

Report of the

**FAO WORKING GROUP ON THE ASSESSMENT OF SMALL PELAGIC
FISH OFF NORTHWEST AFRICA**

Banjul, the Gambia, 18–22 May 2010

Rapport du

**GROUPE DE TRAVAIL DE LA FAO SUR L'ÉVALUATION DES PETITS
PÉLAGIQUES AU LARGE DE L'AFRIQUE NORD-OCCIDENTALE**

Banjul, la Gambie, 18-22 mai 2010



Copies of FAO publications can be requested from:

Sales and Marketing Group

Communication Division

FAO

Viale delle Terme di Caracalla

00153 Rome, Italy

E-mail: publications-sales@fao.org

Fax: +39 06 57053360

Web site: <http://www.fao.org>

Les commandes de publications de la FAO peuvent être
adressées au:

Groupe des ventes et de la commercialisation

Division de la communication

FAO

Viale delle Terme di Caracalla

00153 Rome, Italie

Courriel: publications-sales@fao.org

Télécopie: +39 06 57053360

Site Web: <http://www.fao.org>

Report of the
FAO WORKING GROUP ON THE ASSESSMENT OF SMALL PELAGIC FISH
OFF NORTHWEST AFRICA

Banjul, the Gambia, 18–22 May 2010

Rapport du
GROUPE DE TRAVAIL DE LA FAO SUR L'ÉVALUATION DES PETITS PÉLAGIQUES
AU LARGE DE L'AFRIQUE NORD-OCCIDENTALE

Banjul, la Gambie, 18-22 mai 2010

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

ISBN 978-92-5-006883-1

All rights reserved. Reproduction and dissemination of material in this information product for educational or other non-commercial purposes are authorized without any prior written permission from the copyright holders provided the source is fully acknowledged. Reproduction of material in this information product for resale or other commercial purposes is prohibited without written permission of the copyright holders. Applications for such permission should be addressed to the Chief, Electronic Publishing Policy and Support Branch, Communication Division, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy, or by e-mail to copyright@fao.org

Tous droits réservés. Les informations contenues dans ce produit d'information peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au Chef de la Sous-division des politiques et de l'appui en matière de publications électroniques, Division de la communication, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie ou, par courrier électronique, à copyright@fao.org

© FAO 2011

PREPARATION OF THIS DOCUMENT

A permanent FAO Working Group composed of scientists from the coastal States, and from countries or organizations that play an active role in northwest African pelagic fisheries, was established in March 2001.

The overall objective of the Working Group is to assess the state of the small pelagic resources in northwest Africa and make recommendations on fisheries management and exploitation options aimed at ensuring optimal and sustainable use of small pelagic fish resources for the benefit of coastal countries.

The tenth meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Banjul, the Gambia, from 18 to 22 May 2010.

A first editing of the report was made by the participants of the Working Group. Final technical editing was done by Ana Maria Caramelo and Merete Tandstad. We are grateful to Ad Corten, Marie-Thérèse Magnan and Sacha Lomnitz for their assistance in the final editing of this document.

PRÉPARATION DE CE DOCUMENT

Un Groupe de travail permanent de la FAO, composé de scientifiques des États côtiers et des pays ou organisations qui jouent un rôle actif dans les pêcheries pélagiques de l'Afrique nord-occidentale, a été créé en mars 2001.

L'objectif général du Groupe de travail est d'évaluer les ressources en petits pélagiques de l'Afrique nord-occidentale et de recommander des options de gestion et d'exploitation des pêches visant à assurer une utilisation optimale durable de ces ressources pour le bénéfice des pays côtiers.

La dixième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est réunie à Banjul, Gambie, du 18 au 22 mai 2010.

Une première édition du rapport a été faite par les participants au Groupe de travail. L'édition technique finale a été faite par Ana Maria Caramelo et Merete Tandstad. Nous remercions Ad Corten, Marie-Thérèse Magnan et Sacha Lomnitz pour l'assistance apportée à l'édition finale de ce document.

FAO.

Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Banjul, the Gambia, 18–22 May 2010.

Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Banjul, la Gambie, 18-22 mai 2010.

FAO Fisheries and Aquaculture Report/FAO Rapport sur les pêches et l'aquaculture. No. 975 Rome, FAO. 2011. 263 pp.

ABSTRACT

The tenth meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Banjul, the Gambia, from 18 to 22 May 2010. The Group assessed the status of the small pelagic resources in northwest Africa and made projections on the development of the status of the stocks and on future effort and catch levels. The advice for the stocks is given in relation to the agreed reference points $F_{0.1}$, F_{MSY} , $B_{0.1}$ and B_{MSY} and on the basis of the projections for the next five years.

The structure of the report is the same as that of the previous Working Group reports. A separate section is devoted to each of the main groups of species (sardine, sardinella, horse mackerel, chub mackerel, bonga and anchovy). For each of these, standardized information is given on stock identity, fisheries, abundance indices, sampling intensity, biological data, assessment, projections, management recommendations and future research.

In the absence of reliable age compositions, the Working Group used dynamic production models for all stocks. Most stocks in the area are influenced by abnormal hydrographical conditions in certain years. An index of environmental quality has, therefore, been introduced in the production models since 2005. It should be noted that, for most of the stocks, the time series from the acoustic surveys with the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and national research vessels are used as the index of abundance in the assessments and future assessments would, therefore, depend on the continuation of the time series by the local research vessels. The Norwegian research vessel, DR. FRIDTJOF NANSEN, surveyed the subregion from 1995 to 2006, carrying out acoustic surveys during the months October–December each year. From 2004 to 2006 intercalibrations and parallel surveys were carried out between R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and the national research vessels AL AMIR, AL AWAM and ITAF DEME, and in 2007 and 2008 these national research vessels carried out a coordinated regional survey during the months of October–December. It should be noted that during the 2008 survey, the Gambia was not covered. The 2009 survey, hence, only provides a partial coverage of the region and estimates had to be made for Senegal and the Gambia. The Nansen series continues with a converted value from the national research vessels to the “Nansen Value”.

Although important changes were observed in the abundance and exploitation level for some of the stocks, the overall general situation with respect to the state of the different stocks was found to be similar to that of 2009, with the exception of the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), which this year was considered overexploited. The Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) remains overexploited and the Small Pelagic Working Group recommends a decrease in catch and effort on the horse mackerels to ensure sustainable harvesting of this stock.

The catches of round sardinella (*Sardinella aurita*) are high for the last three years, probably associated with a very good recruitment of year class 2005. The estimated abundance index for 2009 was also high. However, given the uncertainties associated with last year's abundance indices, the lack of evidence of another good year class since 2005 and the high observed catches in recent years which exceed what the stock can sustain in the long run, the Working Group continues to be concerned about this stock and still considers it as overexploited. The Working Group reiterates its recommendation to reduce effort on this species and to respect the previously recommended catch levels.

The situation for the sardine stock in Zone A+B seems to have improved since 2006 and this stock is now considered fully exploited. However, as a precautionary measure, and taking into consideration the fluctuations observed in this stock, the Working Group maintains the 2008 and 2009 recommendations that catches should not exceed 400 000 tonnes.

Chub mackerel (*Scomber japonicus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and bonga (*Ethmalosa fimbriata*) were also found to be fully exploited. For the two latter species the Working Group noted that although the information available to the Group has improved, some deficiencies still remain.

As for the previous assessment, sardine (*Sardina pilchardus*) in Zone C was found not to be fully exploited. The estimated biomass index from the regional survey (Nansen index) decreased somewhat in 2009 as compared with 2008. Given the fluctuations observed in the abundance of this stock, care should be taken in its management. In 2007 and 2008, the national research vessels took over the responsibility of the November–December acoustic survey from the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN. Many of the assessments made by the Working Group depend on this time series and hence the Working Group reiterates last year's recommendation that a thorough analysis of the properties and reliability of this data series should be carried out according to an agreed terms of reference. It also recommends continuing work on age reading of sardine and sardinella to improve the models of stock assessment.

RÉSUMÉ

La dixième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est tenue à Banjul, la Gambie du 18 au 22 mai 2010. Le Groupe a examiné l'état actuel des ressources de petits pélagiques en Afrique nord-occidentale et fait des projections sur le développement ainsi que sur les niveaux futurs d'effort et de capture. Des conseils concernant l'état des stocks sont donnés par rapport aux points de référence convenus, $F_{0.1}$, F_{MSY} , $B_{0.1}$ et B_{MSY} et sur la base des projections pour les cinq prochaines années.

La structure du rapport est la même que celle des rapports précédents du Groupe de travail. Une section est consacrée à chacune des catégories principales d'espèces (sardine, sardinelles, chinchards, maquereau, ethmalose et anchois). Pour chacune d'elles, des informations standardisées sont données sur l'identité du stock, les pêcheries, les indices d'abondance, l'intensité de l'échantillonnage, les données biologiques, l'évaluation, les projections, les recommandations d'aménagement et la recherche future.

En l'absence de compositions par âge fiables, le Groupe de travail a utilisé des modèles de production dynamiques pour tous les stocks. La plupart des stocks dans la région sont influencés par les conditions hydrographiques anormales certaines années. Un indice de qualité de l'environnement a donc été introduit dans les modèles de production après 2005. Il faut cependant noter que les séries chronologiques des campagnes acoustiques avec le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et les navires de recherche nationaux sont utilisées comme indice d'abondance dans les évaluations pour la plupart des stocks. Les futures évaluations dépendent donc de la poursuite de la série chronologique par les bateaux de recherche locaux. Le navire de recherche norvégien, DR. FRIDTJOF NANSEN, a prospecté la sous-région de 1995 à 2006 en menant chaque année des campagnes acoustiques d'octobre à décembre. De 2004 à 2006, des intercalibrations et des campagnes parallèles ont été effectuées par le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et les N/R nationaux AL AMIR, AL AWAM et ITAF DEME et, en 2007 et en 2008, ces navires de recherche nationaux ont organisé une campagne régionale coordonnée d'octobre à décembre. Il faut souligner que la Gambie n'a pas été couverte pendant la campagne 2008. Celle de 2009 n'a fourni qu'une couverture partielle de la région et des estimations doivent être faites pour le Sénégal et la Gambie. Les séries Nansen continuent avec une valeur convertie des navires de recherche nationaux en «valeur Nansen».

Même si on a pu observer d'importants changements dans les niveaux d'abondance et d'exploitation de certains stocks, la situation générale a été jugée dans l'ensemble identique à celle de l'an passé, exception faite pour le stock du chinchard d'Europe (*Trachurus trachurus*) qui a été considéré surexploité cette année (2010). Le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*) demeure surexploité et le Groupe de travail sur les petits pélagiques recommande de réduire les captures et l'effort sur les chinchards de façon à garantir une pêche durable de ces stocks.

Les captures de sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) sont élevées ces trois dernières années, probablement en raison d'un bon recrutement en 2005. L'indice d'abondance estimé en 2009 est également élevé. Cependant, en raison des incertitudes au sujet des indices d'abondance de la dernière année, de l'absence de preuves d'une autre bonne classe d'âge depuis 2005 et des captures élevées des dernières années qui dépassent ce que le stock peut soutenir sur le long terme, le Groupe de travail continue d'être préoccupé par ce stock dans la région et le considère toujours comme surexploité. Il réitère ses recommandations en matière de réduction de l'effort sur cette espèce et de respect des niveaux de capture recommandés.

Comme dans l'évaluation précédente, la sardine (*Sardina pilchardus*) est considérée comme n'étant pas pleinement exploitée dans la Zone C. L'indice de biomasse estimé pendant la campagne régionale (indice Nansen) a baissé en 2009 par rapport à 2008. En raison des fluctuations observées dans l'abondance de ce stock, son aménagement doit être géré avec soin. La situation du stock de sardine dans la zone A+B semble s'être améliorée depuis 2006 et ce stock est désormais considéré comme pleinement exploité. En guise de mesure de précaution et en prenant en compte les fluctuations observées dans ce stock, le Groupe de travail maintient cependant ses recommandations de 2008 et 2009 selon lesquelles les captures ne devraient pas dépasser 400 000 tonnes.

Le maquereau (*Scomber japonicus*), l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) et l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) sont également considérés comme pleinement exploités et le Groupe de travail a remarqué que même si l'information disponible à leur sujet s'est améliorée, des manques perdurent.

En 2007 et 2008, les navires de recherche nationaux ont succédé au N/R DR. FRIDTJOF NANSEN pour la réalisation des prospections acoustiques en novembre-décembre. De nombreuses évaluations réalisées par le Groupe de travail dépendent de ces séries chronologiques et le Groupe de travail réitère la recommandation formulée l'an dernier, à savoir qu'une analyse minutieuse des propriétés et de la fiabilité de ces séries de données devrait être entreprise conformément aux termes de référence convenus. Il recommande aussi de poursuivre le travail de lecture d'âge de la sardine et de la sardinelle pour améliorer les modèles d'évaluation du stock.

CONTENTS

1. INTRODUCTION	1
1.1 Terms of reference	1
1.2 Participants	1
1.3 Definition of working area	2
1.4 Structure of the report	2
1.5 Follow-up on the 2009 Working Group recommendations on future research	2
1.6 Overview of catches	2
1.7 Overview of regional surveys	5
1.7.1 Acoustic surveys	5
1.7.2 Recruitment surveys	7
1.8 Quality of data and assessment methods	7
1.9 Methodology and software	7
1.10 Age reading	8
1.11 Planning group for the coordination of acoustic surveys	8
2. SARDINE	10
2.1 Stock identity	10
2.2 Fisheries	10
2.3 Abundance indices	11
2.3.1 Catch per unit of effort (CPUE)	11
2.3.2 Acoustic surveys	11
2.4 Sampling of commercial fisheries	13
2.5 Biological data	13
2.6 Assessment	13
2.7 Projections	15
2.8 Management recommendations	15
2.9 Future research	16
3. SARDINELLA	16
3.1 Stock identity	16
3.2 Fisheries	16
3.3 Abundance indices	18
3.3.1 Catch per unit of effort	18
3.3.2 Acoustic surveys	18
3.4 Sampling of commercial fisheries	20
3.5 Biological data	21
3.6 Assessment	22
3.7 Projections	24
3.8 Management recommendations	24
3.9 Future research	25
4. HORSE MACKEREL	25
4.1 Stock identity	25
4.2 Fisheries	25
4.3 Abundance indices	27
4.3.1 Catch per unit of effort	27
4.3.2 Acoustic surveys	27
4.4 Sampling of commercial fisheries	29
4.5 Biological data	30
4.6 Assessment	31
4.7 Projections	33
4.8 Management recommendations	34
4.9 Future research	34

5. CHUB MACKEREL	34
5.1 Stock identity	34
5.2 Fisheries	35
5.3 Abundance indices	36
5.3.1 Catch per unit of effort	36
5.3.2 Acoustic surveys	36
5.4 Sampling of the commercial fisheries	38
5.5 Biological data	39
5.6 Assessment	40
5.7 Projections	42
5.8 Management recommendations	42
5.9 Future research	42
6. ANCHOVY	43
6.1 Stock identity	43
6.2 Fisheries	43
6.3 Abundance indices	44
6.3.1 Catch per unit of effort	44
6.3.2 Acoustic surveys	44
6.4 Sampling of the commercial fisheries	44
6.5 Biological data	45
6.6 Assessment	45
6.7 Projections	46
6.8 Management recommendations	46
6.9 Future research	46
7. BONGA	47
7.1 Stock identity	47
7.2 Fisheries	47
7.3 Abundance indices	47
7.3.1 Catch per unit of effort	47
7.3.2 Acoustic surveys	47
7.4 Sampling of the commercial fisheries	48
7.5 Biological data	48
7.6 Assessment	48
7.7 Projections	49
7.8 Management recommendations	49
7.9 Future research	49
8. GENERAL CONCLUSIONS	50
9. FUTURE RESEARCH	52

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	55
1.1 Termes de référence	55
1.2 Participants	56
1.3 Définition de la zone de travail	56
1.4 Structure du rapport	56
1.5 Suivi des recommandations 2009 du Groupe de travail relatives aux recherches futures	56
1.6 Vue d'ensemble des débarquements	57
1.7 Vue d'ensemble des campagnes acoustiques régionales	59

1.7.1 Campagnes acoustiques	59
1.7.2 Campagnes de recrutement	61
1.8 Qualité des données et méthodes d'évaluation	62
1.9 Méthodologie et logiciel	62
1.10 Lecture d'âge	63
1.11 Groupe de planification des campagnes acoustiques	63
2. SARDINE	65
2.1 Identité du stock	65
2.2 Les pêcheries	65
2.3 Indices d'abondance	66
2.3.1 Capture par unité d'effort	66
2.3.2 Campagnes acoustiques	66
2.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales	68
2.5 Données biologiques	68
2.6 Évaluation	69
2.7 Projections	70
2.8 Recommandations d'aménagement	71
2.9 Recherche future	71
3. SARDINELLES	72
3.1 Identité du stock	72
3.2 Les pêcheries	72
3.3 Indices d'abondance	74
3.3.1 Capture par unité d'effort	74
3.3.2 Campagnes acoustiques	74
3.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales	77
3.5 Données biologiques	77
3.6 Évaluation	78
3.7 Projections	81
3.8 Recommandations d'aménagement	81
3.9 Recherche future	81
4. CHINCHARDS	82
4.1 Identité du stock	82
4.2 Les pêcheries	82
4.3 Indices d'abondance	84
4.3.1 Capture par unité d'effort	84
4.3.2 Campagnes acoustiques	84
4.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales	86
4.5 Données biologiques	87
4.6 Évaluation	88
4.7 Projections	90
4.8 Recommandations d'aménagement	91
4.9 Recherche future	92
5. MAQUEREAU	92
5.1 Identité du stock	92
5.2 Les pêcheries	92
5.3 Indices d'abondance	94
5.3.1 Capture par unité d'effort	94
5.3.2 Campagnes acoustiques	94
5.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales	96
5.5 Données biologiques	97
5.6 Évaluation	98

5.7	Projections.....	100
5.8	Recommandations d'aménagement	101
5.9	Recherche future	101
6.	ANCHOIS.....	101
6.1	Identité du stock	101
6.2	Les pêcheries.....	101
6.3	Indices d'abondance.....	102
6.3.1	Capture par unité d'effort.....	102
6.3.2	Campagnes acoustiques	102
6.4	Échantillonnage des pêcheries commerciales	103
6.5	Données biologiques	103
6.6	Évaluation	104
6.7	Projections.....	105
6.8	Recommandations d'aménagement	105
6.9	Recherche future	105
7.	ETHMALOSE.....	105
7.1	Identité du stock	105
7.2	Les pêcheries.....	105
7.3	Indices d'abondance.....	106
7.3.1	Capture par unité d'effort.....	106
7.3.2	Campagnes acoustiques	106
7.4	Échantillonnage des pêcheries commerciales	106
7.5	Données biologiques	106
7.6	Évaluation	106
7.7	Projections.....	107
7.8	Recommandations d'aménagement	108
7.9	Recherche future	108
8.	CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	109
9.	RECHERCHES FUTURES.....	111
	REFERENCES/RÉFÉRENCES	113

TABLES/TABLEAUX

(pages 115–164)

FIGURES

(pages 165–235)

APPENDIXES/ANNEXES

I.	List of participants/Liste des participants.....	236
II.	Biomass dynamic model with environmental effects – User instructions..... (in English only/en anglais seulement)	237
III.	Mathematical procedure for estimating biomasses of <i>Sardiella aurita</i> , <i>Sardinella maderensis</i> and <i>Trachurus trecae</i> , in Senegal and the Gambia, November–December 2009	263
	(in English only/en anglais seulement)	

1. INTRODUCTION

The tenth meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Banjul, the Gambia, from 18 to 22 May 2010. The overall objective of the Working Group is to assess the state of the small pelagic resources in northwest Africa and make recommendations on fisheries management and exploitation options aimed at ensuring optimal and sustainable use of small pelagic fish resources for the benefit of coastal countries.

The species assessed by the Group were: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinella (*Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis*), horse mackerel (*Trachurus trecae*, *Trachurus trachurus* and *Caranx rhonchus*), chub mackerel (*Scomber japonicus*), bonga (*Ethmalosa fimbriata*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*), in the region between the southern border of Senegal and the northern Atlantic border of Morocco.

The meeting was funded by the countries of the region. It was organized by FAO and the Fisheries Department of the Gambia. Altogether, 14 scientists from seven countries and FAO participated. The chairman of the Group was Birane Samb from the Oceanographic Research Centre of Dakar-Thiaroye (CRODT).

1.1 Terms of reference

The terms of reference of the Working Group were:

Part 1: Weeks 3–16 May. Internet communication

Week 3–7 May

1. Updating of existing database – Updating the catch, fishing effort, sampling intensity and biological data by country databases as well as surveys.
2. Analyses of catch, fishing effort and biological data for the period 1990–2009 and, if possible, also for the period before 1990.

Week 10–16 May

3. Finalize section on fisheries and trends for the report (subsections 1 to 5 of species).
4. Discussions on constraints for the assessments.

Part 2: Week 18–22 May. Fisheries department, Banjul, the Gambia

5. Review of the research activities carried out during 2009/2010, as recommended by the Small Pelagics Working Group in 2009. Presentation of working papers.
6. Presentation of reports of the acoustic surveys carried out in October–December 2009 and from surveys carried out by the research vessels of other countries.
7. Presentation of the report of the Planning Group for the coordination of acoustic surveys.
8. Report on the progress made on age readings of sardine and sardinella in the region.
9. Review and discuss the analyses of catch, fishing effort and biological data updates and chapters finalized through communication. Discuss eventual issues.
10. Discussions on the methods for assessment, including eventual new methods and approaches.
11. Update stock assessments and projections for sardine, sardinella, horse mackerel, chub mackerel, bonga and anchovy.

1.2 Participants

Cheikh Baye Ould Braham
Ana Maria Caramelo
Ad Corten
Najib Charouki

IMROP
FAO
Special adviser–IMROP
INRH–Casablanca

Hamid Chfiri	INRH–C/R Agadir
Aziza Lakhnigue	INRH–Casablanca
Asberr Mendy	Fisheries Department–Banjul
Ben Lemlih Mohamed	IMROP
Ahmedou El Moustapha	IMROP
Fambaye Ngom Sow	CRODT
Pedro Pascual Alayon	IEO–Tenerife
Birane Samb (Chairperson)	FAO
Merete Tandstad	FAO
Nikolay Timoshenko	AtlantNIRO

Names and full addresses of all participants are given in Appendix I.

1.3 Definition of working area

The working area for the Working Group is defined as the waters between the southern border of Senegal and the northern Atlantic border of Morocco.

1.4 Structure of the report

The structure of the report is the same as that of the previous Working Group report (FAO, 2009). A separate section is devoted to each of the main groups of species (sardine, sardinella, horse mackerel, chub mackerel, bonga and anchovy). For each of these, information is given on stock identity, the fisheries, abundance indices, sampling, biological data, assessment, projections, management recommendations and future research.

1.5 Follow-up on the 2009 Working Group recommendations on future research

For most recommendations, follow-up activities had been continued. More specifically, efforts were made to continue acoustic surveys and related activities such as coordination between countries and intercalibration. A coordinated regional survey using the local research vessels was carried out in October–December 2009, although this did not cover the Gambia and Senegal owing to the constraints with the research vessel of Senegal. A coordinated survey is also scheduled for October–December 2010 (see also Section 1.11). One acoustic and one recruitment survey for sardine, carangidae and mackerel were carried out by R/V ATLANTIDA in July–August 2009 and November 2009 to January 2010, respectively, covering the area from Safi in the north to Saint Louis in the south.

Given the need for continuation and the long-term commitments required for the achievement of the recommendations, the 2010 session of the Working Group recommended that the research areas that had been identified be pursued in 2010/2011.

Sampling intensity in the region remained at a similar level to 2009. The aim of covering all fleets' segments and quarters of the year has not yet been reached. The importance of preparing and sending the data to group focal points in advance of the session of the Working Group was stressed once more. In 2010, some improvements were noted and members from Mauritania, Morocco, the Russian Federation, Senegal and Spain had respected the recommendation made last year.

Specific recommendations for each species are reported in the respective sections.

1.6 Overview of catches

Table 1.6.1 and Figure 1.6.1a show the catch of the main small pelagic species studied in this Working Group by country and total from 1990 to 2009.

There was an increase in the total catch of the main small pelagic fish in the subregion from around 2.3 million tonnes in 2008 to 2.4 million tonnes in 2009 (4 percent). The total catch of small pelagic fish for the period 1990 to 2008 fluctuated with an average of around 1.7 million tonnes. The overall trend in catch has been increasing since 1994 despite some fluctuations in 1999, 2002 and 2006 (Figure 1.6.1a).

Sardine (*Sardina pilchardus*) dominated the total catch of the main pelagic fish species in the subregion, constituting about 38 percent of the overall catch in 2009. An increase (20 percent) was observed from about 770 000 tonnes in 2008 to 920 000 tonnes in 2009 (Figure 1.6.1a).

Sardinella spp. constituted 26 percent of the total catch of small pelagic fish off northwest Africa in 2009, with 21 percent for round sardinella (*Sardinella aurita*) and 5 percent for flat sardinella (*Sardinella maderensis*). The round sardinella is the second most important in terms of catch. Over the last five years total catch of round sardinella (*Sardinella aurita*) has been fluctuating around an average level of about 475 000 tonnes (Figure 1.6.1a). The catch of flat sardinella (*Sardinella maderensis*) in 2009 was 113 000 tonnes. The average for the last five years for this species is 124 000 tonnes.

Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) is the most important species of horse mackerel, constituting about 14 percent (approximately 347 000 tonnes) of the total catch of the main small pelagic fish in 2008. The average annual catch of the Cunene horse mackerel over the last five years was estimated at about 308 000 tonnes. The catch of this species fluctuates over the time series with an overall increasing trend in recent years. About 120 000 tonnes of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) were landed in 2009. This represents 5 percent of the main small pelagic fish in 2009. The average catch of Atlantic horse mackerel over the last five years was 107 000 tonnes. The third species in this group, the false scad (*Caranx rhonchus*), showed an increase in total catch from 2008 to 2009, with total catch of around 30 000 tonnes and 46 000 tonnes, respectively.

Catch of chub mackerel (*Scomber japonicus*) over the last five years has shown a general increasing trend, from around 180 000 tonnes in 2003 to an estimated 245 000 tonnes in 2009, the highest catch of the time series. The average catch for this period was estimated at around 231 000 tonnes.

The total catch of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in 2009 was around 122 000 tonnes, decreasing by about 5 percent compared with 2008 (Figure 1.6.1a). An average of around 116 000 tonnes of anchovy was recorded for the last five years.

Catch of bonga (*Ethmalosa fimbriata*) in 2009 constitutes around 1 percent of total catch of main small pelagic fish in the subregion. Total catch of bonga was 21 000 tonnes in 2009, being stable since 2008. An average of 24 000 tonnes of bonga was recorded over the last five years and the overall trend for this period is decreasing.

Morocco

Sardine (*S. pilchardus*) is the dominant small pelagic species constituting about 67 percent of the total catch of small pelagic fish catch in 2009. From 2001 to 2004 a gradual decline in catches of sardine from around 770 000 tonnes to about 640 000 tonnes can be observed, followed by an increase to 700 000 tonnes in 2005 then a decrease in 2006 (620 000 tonnes) and 2007 (570 000 tonnes) followed by an increase of about 19 percent in 2009 (Figure 1.6.1b). The average catches of sardine over the last five years (2005–2009) were about 678 000 tonnes.

The second most important species landed in Morocco in 2009 was the chub mackerel (*S. japonicus*) with total catches of about 194 000 tonnes constituting about 16 percent of small pelagic fish catch. The Atlantic horse mackerel (*T. trachurus*) and the Cunene horse mackerel (*T. trecae*) were the third most important species in 2009 constituting about 6 percent each of the main small pelagic fish caught, followed by the round sardinella (*S. aurita*) with about 4 percent. Catches of the round sardinella

(*S. aurita*) since the late 1990s have been fluctuating, with an increase in total catches of this species from 1 400 tonnes in 2004 to 43 000 tonnes in 2009.

The catch of anchovy (*E. encrasicolus*) increased from around 10 000 tonnes in 2006 to around 17 000 tonnes in 2009, constituting around 2 percent of total catches of main small pelagic fish caught.

Mauritania

Catches of all the main small pelagic fish in Mauritania have shown interannual fluctuations over the period from 1990 to 2009 with an overall increasing trend from 1994 until 2003, followed by a decrease until 2005 before increasing again until 2007, when the total catches of the main small pelagic fish were the highest of the time series (895 000 tonnes), decreasing about 2 percent in 2009 (Figure 1.6.1c).

Cunene horse mackerel (*T. trecae*) and round sardinella (*S. aurita*) dominated catches of the main small pelagic fish in Mauritania in 2009. The total catch of *S. aurita* in 2009 was around 151 000 tonnes (about 29 percent of total main small pelagic fish species in Mauritania), and the *T. trecae* catch was 293 000 tonnes (about 33 percent). For the round sardinella, it should be noted that the 2009 catch represents a 15 percent decrease of the 2008 catch.

Anchovy (*E. encrasicolus*), with about 95 000 tonnes in 2009, represents around 12 percent of the total main pelagic fish species in Mauritania with a decrease of 4 percent relative to 2008, followed by chub mackerel (*S. japonicus*) with about 46 000 tonnes (5 percent) (Figure 1.6.1c).

Senegal

Overall catches of the main small pelagic fish in Senegal show fluctuations from 1990 to 2009. The total catches of the main small pelagic fish in Senegal are dominated by the two sardinella species constituting, on average, about 93 percent of the total main small pelagics caught in Senegal in 2009. Catches of these species decreased from about 316 000 tonnes in 2005 to around 242 000 tonnes in 2006. The estimated total catch for 2009 was 345 000 tonnes and the average catch of *Sardinella* spp. for the last five years (2005–2009) was about 310 000 tonnes (Figure 1.6.1d). The high catch value for 2009 is influenced by the increase in catch by Senegalese fishermen in Mauritania, landing in Saint Louis.

Compared with the earlier years of the series, the catch of sardine (*S. pilchardus*) has become important since 2005 and represented 4 percent of the catch in 2007 (12 000 tonnes), but in 2009, however, the catch of sardine decreased 68 percent.

Catches of bonga (*E. fimbriata*) show a decreasing trend in recent years from 13 000 tonnes in 2003 to below 6 000 tonnes in 2006. In 2009, bonga contributed about 2 percent of total catches of small pelagic fish in Senegal with an estimated total catch of around 6 000 tonnes.

Horse mackerel and chub mackerel are taken as bycatch species in the Senegalese fisheries and hence low catches are recorded.

The Gambia

Bonga (*E. fimbriata*) is the main target species and dominates the catches of the main small pelagic fish in the Gambia. Bonga catch constituted around 58 percent of total catch of all the main small pelagic fish in the Gambia in 2009 (21 000 tonnes), decreasing about 1 percent in relation to 2008. Despite fluctuations in the catches of bonga, the trend shows a gradual increase over the period 1990 to 2003, with a peak in 1996 to 1998 and 2003. In 2004, catches decreased to around 16 000 tonnes, followed by an increase to 20 000 tonnes in 2005, before decreasing to around 13 000 tonnes in 2006 (Figure 1.6.1e). The average catch of bonga was around 24 000 tonnes over the last five years.

Until recently, catches of sardinella and other species of small pelagic fish in the Gambia were considered bycatch because there was no fishery targeting them. Artisanal purse seiners targeting

sardinellas are beginning to fish in Gambian waters and this has led to increased catches of the two sardinella species (*S. maderensis* and *S. aurita*), which together constituted about 38 percent of total catches of the main small pelagic fish in 2009 in the Gambia. The average catch of *Sardinella* spp. over the last five years was around 13 000 tonnes; *S. maderensis* was the most important constituting about 25 percent of total catch of the Gambia in 2009.

1.7 Overview of regional surveys

1.7.1 Acoustic surveys

The Norwegian research vessel DR. FRIDTJOF NANSEN surveyed the subregion from 1995 to 2006, carrying out acoustic surveys during the months of October–December each year. In addition, between 2001 and 2003, the vessel carried out acoustic surveys covering the same area in May–July. Occasional surveys were carried out before 1995. From 2004 to 2006, intercalibrations and parallel surveys were carried out between R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and the national research vessels AL AMIR, AL AWAM and ITAF DEME, and in 2007 and 2008 these national research vessels carried out coordinated regional surveys during the months of October–December, noting that the 2008 survey did not cover the Gambia. In 2009, the coordinated regional survey was conducted without the participation of the Senegalese R/V ITAF DEME. The 2009 survey, hence, only provides a partial coverage of the region and estimates had to be made for Senegal and the Gambia. These estimates are further explained below.

The surveys aimed at mapping the distribution and estimating the abundance of the main small pelagic fish species: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinella (*Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis*), horse mackerel (*Trachurus trachurus* and *Trachurus trecae*), chub mackerel (*Scomber japonicus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*). The distribution of other pelagic resources (other carangids) was also mapped and their abundance was estimated. The abundance estimates from the surveys are presented as numbers and biomass per length-group.

The 2007, 2008 and 2009 biomass estimates from the national vessels were converted into Nansen equivalents using the conversion factors in Table 1.7.1. The Working Group decided to use the conversion factors obtained from the last intercalibration exercise (2005 in the case of ITAF DEME and AL AWAM and 2006 in the case of AL AMIR) as these were considered the more reliable values. In the case of ITAF DEME, given that this vessel used a different method for the allocation of *Sardinella* spp. to species level during the parallel surveys, it was decided at the 2009 meeting of the Working Group to convert the sardinella biomass estimates using the conversion factor for *Sardinella* spp. The estimates for 2007 and 2008 for the two sardinella species were thus recalculated. In addition, an extrapolation had to be made to account for the Gambia in 2008. This factor was based on the average proportion of *Sardinella* spp. in the Gambia in the 2005 and 2007 surveys covering Senegambia (global factor).

For 2009, the biomass estimate of *Sardinella* spp. and *Trachurus trecae* in the Gambia and Senegal was estimated using a statistical analysis taking into account three variables:

- the estimated time series of biomass in the area to the north of Senegal (Saint Louis–Cape Cantin) between 1995 and 2009;
- time series of annual catch in Senegal and the Gambia; and
- an environmental factor in Senegal–the Gambia calculated annually for the same period; the environmental parameter used was an upwelling index prepared by the National Institute of Fisheries Research (INRH) scientists using satellite maps of sea surface temperature (SST).

A multiparameter linear model was then applied to different variables covering the period 1995–2008 to estimate the biomass in Senegal–the Gambia in 2009. The calculations are shown in Appendix III.

Figure 1.7.1a shows the estimated abundance for all the target species during the surveys in October–December, while Figure 1.7.1b shows the estimated abundance for the target species excluding sardine.

For *S. pilchardus*, an increase in the estimated biomass was observed over the years 1997–2005, from a level of around 1 million tonnes to a record high biomass of around 8 million tonnes in 2005. In 2006, the estimated biomass dropped to 3.6 million tonnes. Lesions were observed on the fish during the surveys in 2005 and 2006, particularly on the larger individuals. The 2007 estimate indicates an increase of biomass to 5.9 million tonnes followed by a decrease to 4.4 million tonnes in 2008; the 2009 biomass increased to 5 million tonnes.

For *S. aurita*, an overall general decreasing trend in the acoustic estimates from 2.1 million tonnes in 1999 to around 1 million tonnes in 2007 can be observed. However, in 2008, the estimated biomass increased to around 2 million tonnes and then again to 2.86 million tonnes in 2009, the highest values of the time series. For *S. maderensis*, the estimated biomass fluctuated with an average of 1.2 million tonnes for the period 1995 to 2002. Since then, an increase was observed until 2004, when a biomass of 2.5 million tonnes was recorded. The latter estimate is the highest on record. For 2005, the estimated biomass of *S. maderensis* decreased to 1.3 million tonnes followed by an increase in 2006 to 2.0 million tonnes. In 2007, the estimated biomass remained at the 2006 level, followed by a decrease to only 550 000 tonnes in 2008, the lowest value of the time series. It should be noted that in 2008 an inversion of the biomass level of the two sardinella species is observed. In 2009, the estimated biomass of *S. maderensis* increased to 1.67 million tonnes.

The abundances of the main horse mackerel species (*Trachurus trecae* and *T. trachurus*) have fluctuated over the time series. The Cunene horse mackerel (*T. trecae*) has been the dominating species in the acoustic estimates, and from 1996 to 1999 its abundance was estimated at between 600 000 to 800 000 tonnes. A peak was observed in 2000 with a value of 1.8 million tonnes. This peak was followed by a period of low biomass estimates for the period 2001 to 2003, with biomass as estimated by the acoustic survey in the range of 350 000 tonnes to 600 000 tonnes. Since then, the estimated biomass has been fluctuating with peaks of 1.2 million tonnes in 2005 and 990 000 tonnes in 2007. In 2008, the biomass of *T. trecae* decreased to around 700 000 tonnes, constituting a decrease of around 29 percent compared with 2007. In 2009, the biomass estimate for *T. trecae* increased to 867 000 tonnes. The estimated biomass of the other main horse mackerel species, *T. trachurus*, showed an increasing trend from 2001 to 2003, when it was estimated at 320 000 tonnes. Since then, the biomass of *T. trachurus* decreased to 40 000 tonnes in 2006, the lowest biomass estimate since the start of the data series. In 2007 the estimated biomass of this species increased to 450 000 tonnes, followed by a decrease to 330 000 tonnes in 2008 and a further decrease to 130 000 tonnes in 2009.

The estimated biomass of chub mackerel (*Scomber japonicus*) has also shown fluctuations over the time series. From 2000 to 2003 an increasing trend was observed, from the rather low level of 100 000 tonnes in 2000 to 550 000 tonnes in 2003. In 2004, it was estimated at 505 000 tonnes, while in 2005, the estimated biomass decreased to 239 000 tonnes. However, it should be noted that in 2005 the survey did not cover the entire region. From 2005 to 2008 an increasing trend is observed; the biomass estimates for the last three years are the highest of the time series (610 000, 613 000 and 760 000 tonnes in 2007, 2008 and 2009, respectively).

The estimated biomass of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) shows fluctuations over the time series. After the drop observed from 2000 to 2001 from 240 000 tonnes to 20 000 tonnes, a general increasing trend was observed from 2001 to 2007. In 2007, the estimated biomass was 186 000 tonnes. In 2008, the biomass of anchovy decreased to 126 000 tonnes, followed by a further decrease to only 50 000 tonnes in 2009. Detailed estimates for the different species are given in the respective sections.

Several other surveys have been carried out in different parts of the subregion since the last meeting of the Working Group, including acoustic and recruitment surveys carried out by the Russian research vessels ATLANTIDA and ATLANTNIRO in July–August 2009 and November 2009–January 2010, respectively, and national acoustic surveys carried out by the national research vessels (R/Vs). The results of these surveys are described in the various species chapters.

1.7.2 Recruitment surveys

From 2003 to 2009, eight surveys to study the recruitment of small pelagics were carried out in winter covering the area between Safi in the north (16°N) to Saint Louis in the south (32°N) by R/V ATLANTIDA or R/V ATLANTNIRO. The areas with the highest density of the main target species (sardine, chub mackerel and carangidae) were located approximately in the same position. The most stable indexes in terms of variability coefficients were found for *Trachurus trecae* and *Scomber japonicus*. The best interannual consistency between 0-group index and 1-year old in the next year are found for these two species; however, fishing (bycatch or targeted) on the 0-group is sometimes “blurring” these links.

The variation of these surveys is higher when the surveys are in January because the best period is November–December.

Assessment of sardinella recruitment was not the aim of these surveys, given that the surveys only partially cover the area of distribution of the juveniles of *Sardinella* spp. owing to their distribution inshore and southwards of the area covered. Nevertheless, in some cases the indexes obtained for sardinella provide information on yield capacity. For example, the 2005 cohort is a good example of the possibility to forecast stock development from recruitment information. This year class was clearly expressed by the 0-group index one year before the distinct peak of 1-year-old fish was observed in the length distributions of commercial catches. The survey index in 2006 confirmed the presence of a strong year class of one-year-old fish.

1.8 Quality of data and assessment methods

For the analysis of data, the Group has the long-term aim of applying age-based analytical assessment methods to all the main small pelagic stocks.

The quality of the age-disaggregated data series can be controlled by simple methods, such as the correlation between the number of fish in the catch at age and the corresponding number of fish in the same year class the following year (the numbers at age 0 versus the numbers of the corresponding year classes at age 1, and so on for all age groups). If the data series is consistent the correlation coefficient (r) should be high. Data sets showing low values of the correlation coefficients should not be used in the analysis. If the age data are of poor quality, methods not requiring age-disaggregated catch data, such as surplus production models or length-based models, should be used. It should be noted that in some situations, surplus-production models may even provide information more useful to management than age-based methods, and they should not be discarded, even when age information of the adequate quality is available.

Surplus-production models, however, also require high-quality data if useful results are to be attained. The minimum requirement for these data is yearly (or quarterly, if available) estimates of total catch by stock, and a reliable index of stock abundance. The Working Group has, in general, preferred to use abundance estimates from the scientific acoustic surveys, but these also require proper investigation of their reliability. For these data, however, this is based more on a general analysis of the characteristics of the surveys and the estimated fish distribution (geographical and by length-classes), as well as on the overall consistency of the time series than on a simple statistical index. It is thus more difficult to decide on the adequacy of individual data series.

1.9 Methodology and software

Keeping consistency with the methods used over the last few years, the main model used by the Working Group was the dynamic version of the Schaefer (1954) model. To assess the current state of the stocks and estimate the model parameters, an Excel spreadsheet implementation of the dynamic version of this model, with an observation error estimator (Haddon, 2001) was used. The model was fitted to the data using the non-linear optimizer built into Excel, Solver (Appendix II).

For some stocks, a length cohort analysis (LCA) (Jones, 1984) was applied in order to estimate the current F-level and the relative exploitation pattern on the fishery over the last few years. A length-based yield-per-recruit analysis (Y/R) was then run on these estimates to estimate the biological reference points F_{MAX} and $F_{0.1}$. Both the LCA and the Y/R were implemented as Excel spreadsheets.

For the mackerel stock, catch-at-age data from the Russian fleet, which covered most of the reported catches, were available. The results of the analysis of correlation within cohorts was considered somewhat better than in previous years, so for this stock the Working Group decided to apply age-based methods as well, the Extended Survivor Analysis (XSA) (Shepherd, 1999) and the Integrated Catch Analysis (ICA) (Patterson and Melvin, 1995).

Projections

Simple medium-term projections of future yields and stock development were made for most stocks using the Schaefer model fitted to the historical data using a spreadsheet implementation (Appendix II).

Given the variable nature of small pelagic fish stocks, it was decided to use a time horizon of five years for these projections.

All projections took as their departure point the estimated stock status at the last year of data available. Future management strategies were defined as changes in fishing mortality and/or catch relative to those estimated for the last year of data available.

For each stock, two scenarios were analysed. The first was status quo considering future yields and stock development if the current fishing mortality in the fishery is continued. The second scenario considered a reduction or increase in the fishing effort depending on the species analysed.

Reference points for management recommendations

The 2010 Working Group decided to continue using the biological reference points (BRPs) adopted during the previous meeting. So, the indices B/B_{MSY} and F/F_{MSY} were used as limit reference points, while the indices $B/B_{0.1}$ and $F/F_{0.1}$ were chosen for target reference points. A more detailed explanation of these reference points and of their use in fisheries management is given in the 2006 Working Group report (FAO, 2006b).

1.10 Age reading

No regional initiatives on age readings were reported to the Working Group.

1.11 Planning Group for the coordination of acoustic surveys

The eighth meeting of the Planning Group for the Coordination of Acoustic Surveys off Northwest Africa was held in Dakar, Senegal, on 30 and 31 October 2009. The general objective of the Planning Group is to plan the coordination of acoustic surveys in the region, including intercalibration of research vessels, and to act as a forum for discussion on issues important to acoustic surveys such as standardization of methods, acoustic research and training.

The Planning Group made the following recommendations:

- The Planning Group reiterated its recommendation that the countries in the northwest African region should coordinate their survey effort to conduct two annual regional acoustic surveys. In the case that it should not be possible to conduct two complete coverages during one year, priority should be given to the October–December survey. From 2010, both Morocco and Mauritania will conduct a survey in June–July, and Senegal is urged to look into the possibility of moving the March survey to July.
- A more sustainable financial funding mechanism has to be found in Senegal to ensure the execution of national surveys.

- The Gambia has found a temporary solution to support survey coverage of Gambian waters during the coordinated pelagic survey in 2009. It is recommended that the Gambia should start planning as of now to secure funds for future surveys.
- A workshop to analyse the results of the 2009 regional acoustic survey using the local research vessels should be held in Banjul, the Gambia, in March 2010. The workshop should ensure a common analysis of the results for inputs to the Small Pelagic Working Group. The terms of reference for this workshop should be revisited and agreed upon.
- It is recommended to finalize the work started in Nouakchott, Mauritania, in 2009 with the assistance of a statistician to achieve a final common report of the intercalibration and parallel survey activities. This workshop should take place back to back with the survey data analysis workshop in the Gambia in March 2010. Terms of reference for the workshop will be prepared in collaboration with the statistician.
- The Planning Group reiterates the importance of a subregional database for the pelagic surveys using the new Nan-Sis. Possible options should be explored, including a Web-based system. Training in the new Nan-Sis is requested.
- The countries should reinforce the harmonization of their biological sampling procedures (stomach content, age, etc.).
- The Planning Group encourages the countries to collect additional ecosystem parameters during the pelagic surveys (e.g. plankton, environmental parameters, etc.). It is suggested that a sampling programme and plans for analysis should be developed in collaboration with the EAF-Nansen and the CCLME projects and other partners.
- Training of instrument operators in operation and maintenance of survey equipment is still a priority in the region and further opportunities for training should be explored.
- The Planning Group reiterates its recommendation that all reports of the Planning Group and associated workshops are compiled, and it is suggested that a review of the work carried out with suggestions for the future is made to be presented to the Small Pelagic Working Group.

With respect to the above recommendations, it was noted that many of them had not yet been implemented. The coordinated survey using the national research vessels in October–December 2009 was only partly implemented, as the R/V ITAF DEME was not available to cover the Gambia and Senegal because of financial constraints. Intercalibrations were carried out between the vessels as planned. No major problems were encountered during the survey.

The planned workshop to analyse the results of the 2009 coordinated survey, including the statistical analysis of the results of the parallel surveys and intercalibrations, had, due to various reasons, not been organized as planned, but work had been initiated through correspondence to follow up on the re-analysis of the basic data and cleaning of the database that had been recommended at the 2009 Small Pelagic Working Group meeting. However, the work to further analyse the data used for converting the estimates of the national vessels into Nansen equivalents had not been finalized and the Small Pelagic Working Group continued to use the same intercalibration values between the national vessels and the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN as agreed at the 2009 meeting (see section 1.7).

A common analysis of the 2009 survey results from the AL AWAM and AL AMIR was presented to the Working Group as well as a method to estimate the biomass in Senegal and the Gambia, not covered by the 2010 coordinated survey.

The Small Pelagic Working Group appreciated the work of the Planning Group and the efforts made to produce a common analysis of the 2009 survey and updated biomass indices. The non-participation of

the ITAF DEMA in the 2009 regional survey and the resulting gap in coverage of the Gambia and Senegal was noted with much regret. The Working Group stressed the importance of the acoustic time series in the assessments and the possible impacts the partial coverage could have on the assessment results. The Planning Group was urged to finalize the re-analysis of the various intercalibrations during 2010 and to continue their work to ensure that a common report of the coordinated surveys will be presented to the Working Group in advance of next year's meeting.

2. SARDINE

2.1 Stock identity

Sardine stocks distinguished by the Working Group were the same as those used during the previous Working Groups: the northern stock (35°45'–32°N), the central A+B stock (32°N–26°N), and the southern stock C (26°N – the southern extent of the species distribution) (Figure 2.1.1).

2.2 Fisheries

Total catches

Sardine catches by fleet and by country are given in Table 2.2.1a. Total catches for the whole region are shown in Figure 2.2.1a.

The sardine in the northwest African region is exploited by national and foreign fleets operating under fishing agreements or joint ventures. Catches of sardine in the two most recent years have shown an increase from 670 000 tonnes in 2007 to 768 000 tonnes in 2008, and to 927 000 tonnes in 2009. This presents an increase of 21 percent compared with 2008 and 38 percent compared with 2007 (Figure 2.2.1a). About 88 percent of the catches are taken north of Cape Blanc and 11 percent between Cape Blanc and Saint Louis. Catches to the south of Saint Louis represent only 1 percent of the total catches.

In zone North and Zone A, the sardine catch in 2009 decreased, whereas in Zone B it increased by 32 percent compared with 2008. Here, the catch increased from 446 000 tonnes to 589 000 tonnes. In Zone C, the catch showed a small increase of 6 percent, going from 193 000 tonnes in 2008 to 205 000 tonnes in 2009. The Moroccan fleet and the vessels working under joint ventures with Moroccan companies took 80 percent of this catch, the Russian fleet 6 percent, and the European Union (EU) fleet 8 percent.

In the Mauritanian zone, the total catch of sardine increased by 29 percent, from a catch of 81 000 tonnes in 2008 to 104 000 tonnes in 2009. It should be noted that the catch of sardine reported in Mauritania in 2008 has been revised from 75 000 tonnes to 81 000 tonnes.

In Senegal, landings of sardine by Senegalese vessels have increased from 4 030 tonnes in 2008 to 7 500 tonnes in 2009 (an increase of 87 percent). Of this catch, 84 percent was landed by the artisanal fleet and 16 percent by the industrial fleet. The latter is composed of small local purse seiners called “sardiniers dakarois”.

Fishing effort

Effort by fleet and by country is given in Table 2.2.1b.

In Morocco, the sardine fishery is carried out by a heterogeneous fleet consisting of three main types of vessels. These are the traditional coastal purse seiners, the modern vessels equipped with refrigerated seawater (RSW) tanks, and the pelagic freezer trawlers that also take other species (either as target species or as bycatch). The foreign vessels work under international fishery agreements or under joint ventures with local companies.

In Zones A and B, the sardine is fished exclusively by the traditional coastal Moroccan seiners. In terms of positive fishing trips (trips with catches of sardine), fishing effort decreased in Zone A from 6 200 trips in 2008 to 3 440 trips in 2009. In Zone B, effort increased from 24 000 trips in 2008 to 26 900 trips in 2009.

In Zone C, the effort by the Moroccan purse seiners increased slightly compared with 2008. The effort by Russian and EU pelagic trawlers also increased (the Russian effort from 770 to 1 110 days, and the EU effort from 290 to 440 days). There was a decrease in effort by Moroccan RSW vessels and vessels working under joint ventures (pelagic trawlers from Ukraine and other countries).

In the Mauritanian zone, the combined fishing effort of all industrial fleets increased in 2009 compared with 2008.

In Senegal, the sardine is fished only occasionally by the industrial fishery and the artisanal fleet.

2.3 Abundance indices

2.3.1 Catch per unit of effort (CPUE)

In Morocco, the CPUEs for Zones A+B have fluctuated around an average of 20 tonnes/positive trip since 2000, with a declining trend from 2003 to 2007, followed by an increase in 2009 to 20 tonnes/trip (Figure 2.3.1a).

In Zone C, the catch per fishing day for the Russian trawlers has decreased in the two most recent years, from 32 tonnes/day in 2007 to 14 tonnes/day in 2008, and to 11 tonnes/day in 2009. The Ukrainian trawlers, in contrast, showed an increase in 2009 compared with 2007 and 2008.

Yields by the EU fleet in the Mauritanian zone increased from 6 tonnes/day in 2008 to 7 tonnes/day in 2009 (Figure 2.3.1b).

2.3.2 Acoustic surveys

Coordinated regional surveys

In 2009, sardine abundance was estimated during the coordinated regional survey by the national research vessels in the region: the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in Morocco and the R/V AL AWAM in Mauritania. The acoustic indices obtained were converted into “Nansen equivalents” by applying the intercalibration coefficient between the national vessel and R/V DR. FRIDTJOF NANSEN calculated in 2006 for R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH and in 2005 for R/V AL AWAM (Table 1.7.1).

The estimated total biomass of sardine off West Africa increased slightly, from 4.5 million tonnes in 2008 to 5 million tonnes in 2009. Of this total, 73 percent was recorded in the area Cape Bojador–Cape Blanc; 24 percent in the area Cape Cantin–Cape Bojador (Zone A+B); and less than 1 percent to the south of Cape Blanc (Figure 2.3.2a).

The results indicate an increase in biomass of sardine in Zone A+B and a decrease in Zone C, especially in the zone Cape Blanc–Cape Timiris where the biomass dropped from 330 000 tonnes in 2008 to 24 000 tonnes in 2009.

National surveys

R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

Four acoustic surveys were carried out by the Moroccan research vessel AL AMIR MOULAY ABDALLAH in 2009. Two surveys took place in July (from Cape Cantin to Cape Bojador and from Cape Bojador to Cape Blanc), and two in November (from Cape Cantin to Cape Bojador and from Cape Bojador to Cape Blanc). The biomass estimates obtained during these surveys are summarized in Table 2.3.2.c. The northern zone, between Cape Cantin and Cape Spatel, was not covered in 2009.

During the November 2009 survey, the biomass of sardine in stock A+B (Cape Cantin–Cape Bojador) was estimated at 1 107 000 tonnes, which represented an increase of 62 percent compared with the same period the year before (608 000 tonnes). The length composition of sardine in this zone showed a unimodal distribution with a mode of 15 cm. Between Cape Bojador and Cape Blanc, the biomass was estimated at 3 360 000 tonnes, which represented a slight decrease compared with 2008.

The increase of biomass in stock A+B and the decrease in the southern zone (Cape Bojador–Cape Blanc) had also been found during the earlier survey in July 2009 (Table 2.3.2a).

Table 2.3.2a: Abundance and biomass of *Sardina pilchardus* (in tonnes) (results of the surveys carried out by R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in 2008)

July 2009		November 2009	
C. Cantin- C. Bojador	C. Bojador- C. Blanc	C. Cantin- C. Bojador	C. Bojador- C. Blanc
1 307 000	2 759 000	1 107 000	3 362 000

R/V AL AWAM

In 2009, the research vessel AL AWAM carried out three acoustic surveys: one in March, one in July and one in November. Sardine biomass was estimated at 263 000 tonnes in the March survey. The biomass estimates for sardine obtained during these surveys are presented in Table 2.3.2b.

During the survey in March, the biomass of sardine between Cape Blanc and Saint Louis was estimated at 615 000 tonnes. During the second survey that took place in July, no sardines were found in this area. In November, the sardine biomass was estimated at 5 600 tonnes.

Table 2.3.2b: Biomass of *Sardina pilchardus* (in tonnes) (results of the surveys by R/V AL AWAM in 2009)

11-22 March 2009		3-12 July 2009		8-18 November 2009	
C. Timiris– Saint Louis	C. Blanc– C. Timiris	C. Timiris– Saint Louis	C. Blanc– C. Timiris	C. Timiris– Saint Louis	C. Blanc– C. Timiris
227 600	388 000	0	0	0	5 600

R/V ITAF DEME

The Senegalese R/V ITAF DEME did not carry out an acoustic survey in 2009.

International surveys

R/V ATLANTIDA

In December 2009, R/V ATLANTIDA carried out an acoustic survey between Cape Cantin in the north and Saint Louis in the south. The biomass of sardine in the zone between Cape Juby and Cape Blanc was estimated at 2.3 million tonnes. In 2008, this biomass was in the order of 2.6 million tonnes.

The recruitment surveys of small pelagics carried out in Mauritania and Morocco since 2003 were continued in December 2009. The recruitment level of sardine in the Cape Juby–Cap Blanc zone had increased considerably for ages 0+ and 1+ (Table 2.3.2c). At the same time, recruitment of these age groups decreased in zone South.

Table 2.3.2c: Number of recruits in millions (ages 0+ and 1+) of *Sardina pilchardus* between 2003 and 2009 (results of the R/V ATLANTIDA recruitment surveys in December)

	Year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
North of Cape Blanc	0+	1 187	383	131	493	307	608	2821
	1+	3 169	2 083	307	846	598	2 149	3 027
South of Cape Blanc	0+	2	84	15	-	146	158	13
	1+	5	41	17	-	368	1 538	4

2.4 Sampling of commercial fisheries

The biological sampling programme in Moroccan ports was continued in 2009. Sampling was carried out on landings in the main ports of the different fishery zones (Zones A, B and C). Sampling on board Russian vessels in 2009 in Mauritania and Morocco did not cover the whole year. This was particularly the case in the first and second quarters (Table 2.4.1).

In Mauritania, catches landed by EU vessels in Las Palmas were sampled during the first three quarters of the year. Catches by Ukrainian vessels were only sampled during the second quarter.

In Senegal, sampling was conducted on catches by the artisanal fleet.

Collection of biological data for age reading was only carried out by Moroccan and Russian scientists (Table 2.4.1).

2.5 Biological data

Landings

Length distributions of sardine collected from landings of Moroccan vessels operating in the Moroccan zone north of Cape Bojador (A+B) showed the presence of a main mode at 19 cm and a secondary mode at 24 cm (Figure 2.5.1a). In the zone to the south of Cape Bojador, the dominant mode was at 24 cm.

The length distribution of sardine in Zone C was estimated on the basis of Moroccan and Russian data for the area north of Cape Blanc, and EU data for the area south of Cape Blanc (Figure 2.5.1b).

The lengths of sardines sampled by the Mauritanian institute IMROP and the Senegalese institute CRODT were recorded to 1 cm below and not to ½ cm below as recommended. Therefore, these length distributions could not be used.

The age/length key for sardine in Zones A+B was constructed using Moroccan data for 2009. This key was used to estimate the age compositions for this year. For Zone C, the Russian age/length key was used (Table 2.5.1a and b).

Age compositions and average weights by age were updated for 2009 both for Zones A+B and for Zone C (Table 2.5.2a, b, c and d). The average lengths by age show differences in growth rate from one age to the next (Table 2.5.2e).

The length/weight coefficients and the growth parameters used were estimated on the basis of data from the sampling in Moroccan ports (Table 2.5.2f).

Scientific surveys

R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

The length distribution of sardine is marked by a dominant mode of large adults with a peak at 23-24 cm, and a secondary mode of young individuals at around 13 cm (Figure 2.5.2a).

R/V AL AWAM

In November, the biomass was estimated at 5 600 tonnes. The fish had a unimodal length distribution with a mode at 25 cm (Figure 2.5.2c).

2.6 Assessment

Data quality

The Working Group carried out a statistical examination of the age composition data from the catches by calculating the correlation between the different age groups within the same cohort. This was done

in order to test the quality of available data for the assessment using analytical models. For the A+B stock the age structure showed a weak correlation between the different age groups (Figure 2.6.1), whereas a slight improvement in the correlation between older ages was observed for Zone C (Figure 2.6.2).

Methods

Given the lack of consistency in the basic data, an assessment by analytical methods could not be done.

The Schaefer dynamic production model was used to assess the exploitation level of stock A+B (Cape Cantin to Cape Bojador) and of stock C (Cape Bojador to southern limit of the species). The model was implemented on an Excel spreadsheet (Appendix II). For the estimation of BRPs adopted during previous meetings, the indices B_{cur}/B_{MSY} and F_{cur}/F_{MSY} have been used as limit reference points, whereas the indices $B_{cur}/B_{0.1}$ and $F_{cur}/F_{0.1}$ have been chosen as target reference points for management recommendations.

Input data

The Working Group used the total catches in Zones A+B and C for the years 1990 to 2009. The Nansen series (section 1.7) was used as abundance index for the two zones (Chapter 2.3.2).

The following starting values were used for carrying capacity K and the intrinsic growth rate r .

Table 2.6.1: Initial values of the parameters r (intrinsic growth rate) and K (carrying capacity of virgin biomass) for *Sardina pilchardus*

Zone	r	K
A+B	1.56	1 558 900
C	1.11	5 044 800

Results

Central stock A+B

The fit of the model to the biomass indices was not very satisfactory for Zone A+B (Figure 2.6.3a). The biomass index fluctuated much during the time series considered, and particularly during the last years which show different trends from one year to the next. The state of the stock improved in 2009 after the drop in 2008. The catches continue to increase without interruption, despite the changes that are observed in stock size.

The reference points for this stock indicate that the biomass estimated for the last year is at a level slightly above the target biomass level $B_{0.1}$. Current fishing mortality, however, is higher than value that would give sustainable catches at the current biomass level (F_{MSYcur}). Therefore, the stock is considered fully exploited (Table 2.6.1).

Zone C

The fit of the model is satisfactory. The results show that for stock C the biomass in 2009 largely exceeds the target biomass $B_{0.1}$ and that the current fishing mortality rate is below $F_{0.1}$ (Figure 2.6.3b). Despite an increase in captures during recent years, the stock is not yet fully exploited (Table 2.6.1).

Table 2.6.2: Summary of the results of fitting the model for *Sardina pilchardus*

Stock/abundance index	$B_{cur}/B_{0.1}$	B_{cur}/B_{MSY}	F_{cur}/F_{MSYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
Sardine, Zone A+B/Nansen	117%	128%	109%	78%	87%
Sardine, Zone C/Nansen	160%	176%	57%	14%	15%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Ratio between the estimated biomass for the last year of the series and the biomass corresponding to $F_{0.1}$

B_{cur}/B_{MSY} : Ratio between the estimated biomass for the last year of the series and the biomass corresponding to F_{MSY} .

F_{cur}/F_{MSYcur} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would produce a sustainable catch at the current biomass level.

F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would extract a maximum sustainable yield over long term.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Ratio between the fishing mortality coefficient observed for the last year of the series and $F_{0.1}$.

2.7 Projections

The Working Group proceeded to make projections of catch and abundance for the next five years using different scenarios for stock A+B and stock C.

Zone A+B

Scenario 1: Maintain effort at its current level (status quo).

Maintaining effort at its current level would lead to a decrease in catch in 2010 followed by fluctuating catches in subsequent years. The biomass would subsequently stabilize at a level below $B_{0.1}$ (Figure 2.7.1a).

Scenario 2: Decrease current catch level by 30 percent

The catch recommended by the Working Group in 2009 for stock A+B corresponded to a reduction of 30 percent of the catch in that year. After a slight reduction of abundance in 2010, the reduction in catch would stabilize the stock during subsequent years at a level close to $B_{0.1}$. This would thus allow catches to continue at the recommended level (Figure 2.7.1a).

Zone C

Scenario 1: Maintain effort at its current level (status quo).

If effort is maintained at its current level, the catch would first increase slightly above the level corresponding to $F_{0.1}$ and then stabilize over the following years. Abundance would increase and stabilize over the following years at a higher level than the target biomass $B_{0.1}$ (Figure 2.7.1b).

Scenario 2: Increase current effort by 50 percent.

An increase of fishing effort by 50 percent would lead to an increase in catches above the status quo level, but still below the level corresponding to $F_{0.1}$. The abundance would increase and then stabilize during the following years at a level above the target biomass $B_{0.1}$ (Figure 2.7.1b).

The projections presented should be treated with a great deal of caution. One has to take into account the effects of the environment on the abundance and dynamics of the stocks, which could be subject to strong variations that are not related to the fishery.

2.8 Management recommendations

Stock A+B

Despite the increase in biomass noted in 2009, the fishing mortality is still higher than the natural productivity of the stock, and a decline in stock biomass could well occur next year.

Given the fluctuations in biomass of stock A+B and the results of the model, the Working Group recommends maintaining catches at a level of 400 000 tonnes in 2010, which is the same level as was recommended in 2008 and 2009 (FAO, 2008, 2009).

Stock C

According to the model results, stock C would allow an increase in catches next year. However, a precautionary approach must be adopted concerning the catches that are taken of this stock. Each increase in catch would require annual adjustments that take into account the natural fluctuations in the productivity of this stock.

2.9 Future research

Follow-up on the 2009 recommendations

Only the recommendation concerning the estimation of acoustic abundance indices for the region by the national research vessels has been followed by the group. It should be noted that the Senegalese research vessel ITAF DEME was not able to conduct an acoustic survey in 2009.

Future recommendations

The recommendations that could not be put into effect in 2009 have been retained for 2010:

- Sardine length should be measured to ½ cm below in Mauritania and Senegal.
- Maintain the age-reading exchange programme between the countries in the region.
- Undertake age reading in Zone C.
- Continue estimating abundance indices for the whole region over the same period (November–December).
- Analysis of length frequency distribution with the purpose of using these in structural models.

3. SARDINELLA

3.1 Stock identity

The Working Group considers each of the two species of sardinella in the subregion to constitute a separate stock, covering the area from the south of Senegal to Morocco. Further details on stock identity can be found in an earlier report of the Working Group (FAO, 2001).

3.2 Fisheries

Introduction

In Zone C to the north of Cape Blanc, the sardinellas are exploited by a fleet of Moroccan purse seiners and by industrial trawlers from the EU, the Russian Federation, Ukraine and other countries.

In Mauritania, the sardinellas are exploited by long-distance trawlers from the EU and other countries, by some small purse seiners, and by an artisanal fleet of canoes that originate not only from Mauritania but also from Senegal. The Senegalese canoes operate in the southern part of Mauritania and land their catches in Saint Louis. These catches are included in the Senegalese landing figures. The industrial fleet in Mauritanian waters can be divided into two segments: the EU fleet (France, Germany, the Netherlands and the United Kingdom) and the other fleets. This division is based on the fact that the EU trawlers specifically target the sardinellas, whereas the other trawlers fish mainly for horse mackerel and take sardinella only as secondary species.

In Senegal, the sardinellas are exploited by the artisanal fleet and, to a much lesser extent, by the industrial fleet. The main fishing gears used in the artisanal fleet are the purse seine and the surrounding gillnet.

Total catches

Total catches of *Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis* by fleet and by country are given in Table 3.2.1a and Table 3.2.1b, respectively. Total catches for each species for the subregion are presented in Figures 3.2.1a and b.

The total catch of *S. maderensis* further declined in 2009. It was estimated at 113 000 tonnes in 2009 (119 000 tonnes in 2008). This decrease occurred especially in the industrial fleets in Mauritania, where catches declined to 26 000 tonnes in 2009 (compared with 29 000 tonnes in 2008). The catch by the artisanal fleet in this country stayed at a very low level of about 1 000 tonnes. In Senegal, the catch of this species in 2009 stayed at the same level as the previous year (80 000 tonnes versus 81 000 tonnes in 2008).

The preliminary estimate of the total catch of *S. aurita* in the subregion was 521 000 tonnes in 2009. This constitutes a slight decrease compared with 2008 (556 000 tonnes). Still, the catch in 2009 was the second highest in the time series since 1990. The slight decline in total catch was caused by a reduction of the industrial catch in Mauritania. In Morocco and Senegal, catches remained stable.

In Morocco, the catches of *S. aurita* taken by the local fleet (22 000 tonnes) for the first time surpassed those of the combined foreign fleets (21 000 tonnes).

In Mauritania, the catch of *S. aurita* by the foreign fleets declined from 205 000 tonnes in 2008 to 163 000 tonnes in 2009. The catch of the artisanal fleet remained stable at 49 000 tonnes (50 000 tonnes in 2008).

In Senegal, a strong increase in catches of *S. aurita* was recorded in 2009, just as in 2008. The catches have increased from 188 000 tonnes in 2007 to almost 270 000 tonnes in 2009. As in 2008, the increased catches of the artisanal fleet were caused by increased landings of round sardinella in Saint Louis by the Senegalese artisanal fleet (101 000 tonnes). Again, it is assumed that a very large part of the Senegalese artisanal catch originates from Mauritanian waters. Catches by the industrial fleet amounted to 1 534 tonnes: 1 032 tonnes of round sardinella and 502 tonnes of flat sardinella.

Fishing effort

Effort data for each country and each fleet are given in Table 3.2.2 and Figures 3.2.2a, b and c.

North of Cape Blanc (20°N), the effort of the Russian fleet declined whereas that of the Ukrainian and other fleets increased. The combined effort of all foreign trawlers (1 675 days) was slightly lower in 2009 than in 2008 (1 881 days).

In Mauritania, the trends were the same as in 2008: the effort of the EU fleet increased whereas that of the East European fleet decreased. This decrease was more pronounced in 2009 (29 percent) than in 2008 (16 percent).

In Senegal the effort of the artisanal fishery targeting *Sardinella* spp. in 2009 decreased in comparison with 2008. Fishing effort in this fleet decreased from 100 148 trips in 2008 to 72 320 trips in 2009. Total effort in the industrial fleet was about 150 sea days, which also represented a decline compared with 2008 (204 sea days).

Recent developments

Senegal

The sea fisheries in Senegal are largely dominated by the artisanal fishery. The catches consist mainly of small pelagics, in particular the two species of sardinella (round and flat) that are caught in large quantities by purse seines and gillnets. More than half the annual catch is landed in Saint Louis, in the Thiès South region, especially along the “Petit Côte” – more precisely at Mbour, and at Joal. These catches are the result of the large demand of foreign communities from the subregion (Burkina, Guinea and Mali).

This demand has increased with the construction of fishmeal factories. Because of this fact, although the small pelagic fishery is almost continuous throughout the year along this part of the Senegalese coast, it is more intensive from October to June; the period when foreign agents are present in the region.

The abundance of flat sardinella and *Ethmalosa* (the species that are more easily preserved) along the “Petite Côte” and the Saloum Islands partly explains the attractiveness of this part of the Senegalese coast to foreign traders and investors. Moreover, the fishery centres along the “Petit Côte” consist mainly of foreign fishers and processors that have settled in the region, and that accept the arrival of businessmen from other countries without problems.

So-called local “co-management commissions” are increasingly put in place with the approval and support of local entrepreneurs of the artisanal fishery and government representatives. Such commissions are active in Kayar and serve as examples for other centres. For the fishers, the objective is to maintain prices at a sufficiently high level, whereas for the administration, the purpose is to promote conservation measures.

In Senegal, landings of juvenile fish, especially of pelagic and coastal species, are forbidden at many landing sites, and the offenders are punished by penalties and sanctions. In certain places, the women in charge of processing systematically refuse to accept this type of fish.

In 2009, in the context of the existing fishery agreement, Mauritania granted 300 one-year fishing licences to Senegalese fishers who were active in its exclusive economic zone (EEZ). The latter were, thereby, obliged to land 15 percent of their catches in Mauritania. The 2008 conservation measures concerning catch limits and number of trips are still in force.

The industrial fleet is composed of small local purse seiners of limited capacity that are commonly called “sardinier dakarois”. This industrial fleet is very small and consists only of three or four active units. For the first time, *S. aurita* was the dominant species in the industrial fishery (1 032 tonnes in a total catch of 2 864 tonnes).

Mauritania

In Mauritania, the processing industry in Nouadhibou is increasing. The main processing plant in this town (SEPH-SA) can handle 100 tonnes per day, and its capacity will increase to 300 tonnes per day in mid-2010. It freezes sardinellas that are destined for the eastern European market. It receives its raw material from two small purse seiners and several Senegalese canoes. In addition to this processing plant, four fishmeal factories have recently started operating in Nouadhibou. Originally, these factories were meant to use poor quality fish and discards from the SEPH-SA plant, and also bonga (*Ethmalosa*) that is fished near Nouadhibou. In practice, these two sources of raw material are not sufficient to keep all fishmeal plants in operation. The latter, therefore, depends more and more on sardinella for raw material. All the flat sardinellas are thus processed into fishmeal as is the round sardinella of small size or poor quality.

3.3 Abundance indices

3.3.1 Catch per unit of effort

In Mauritania, the CPUE in the EU fleet dropped by about 36 percent in 2009. This low CPUE could be caused partly by the extension of the fishing season into the winter season (November–April). At this time, the EU fleet targets sardine but the fishing days are also counted as sardinella effort.

In contrast to the EU fleet, the other industrial fleets showed a small increase in CPUE.

As in 2008, the CPUE in the artisanal fishery for *S. aurita* in Senegal increased in 2009 to reach the highest value in the whole time series. Also, the CPUE for *S. maderensis* showed an increase in comparison with 2008 (Figure 3.3.1b).

3.3.2 Acoustic surveys

National surveys

In 2009, acoustic surveys were conducted by research vessels from the Russian Federation (ATLANTIDA), Morocco (AL AMIR MOULAY ABDALLAH) and Mauritania (AL AWAM). Unfortunately, the survey by the Senegalese research vessel ITAF DEME had to be cancelled because of technical problems with this vessel.

R/V ATLANTIDA

In July 2009, the R/V ATLANTIDA only covered the waters north of Cape Blanc. The survey in Mauritanian waters was cancelled because there was a technical problem with the vessel.

The complete series of results obtained in the two zones is presented in Tables 3.3.2a and 3.3.2b below.

Table 3.3.2a: Biomass (thousands of tonnes) estimated by R/V ATLANTIDA to the north of Cape Blanc

	1994	1995	1996	1998	1999	2004	2006	2007	2008	2009
<i>S. aurita</i>	105	593	386	307	140	348	364	901	153	238
<i>S. maderensis</i>	18	436	3	109	71	82	304	248	171	259

Table 3.3.2b: Biomass (thousands of tonnes) estimated by R/V ATLANTIDA in Mauritania

	1994	1995	1996	1998	1999	2004	2006	2007	2008	2009
<i>S. aurita</i>	105	593	386	307	140	348	364	901	153	238
<i>S. maderensis</i>	18	436	3	109	71	82	304	248	171	259

The results for *S. aurita* in the area to the north of Cape Blanc have strongly fluctuated over the years. The value for 2009 is higher than for 2008, but below the long-term mean. For *S. maderensis*, the value for 2009 is higher than for 2008.

R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

In 2009, the Moroccan research vessel AL AMIR MOULAY ABDALLAH conducted four acoustic surveys between Cape Cantin and Cape Blanc. The biomasses of sardinella that were estimated during these surveys are summarized in Table 3.3.2c. The area between Cape Cantin and Cape Spartel was not covered this year because the research vessel was not available.

Table 3.3.2c: Biomasses estimated by R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in Zone C north of Cape Blanc (thousands of tonnes)

	July 2009		November 2009	
	C. Cantin– C. Bojador	C. Bojador–C. Blanc (16–28/07)	C. Cantin– C. Bojador	C. Bojador–C. Blanc (14–25/11)
<i>S. aurita</i>	0	337	0	1 540
<i>S. maderensis</i>	0	800	0	492

R/V AL AWAM

In 2009, in addition to the two surveys that are normally conducted by R/V AL AWAM in March and in November, the acoustic surveys in Mauritania were extended by a third survey that was conducted in July by the same vessel. The estimates for sardinella from these three surveys are presented in Table 3.3.2d.

Table 3.3.2d: Biomasses estimated by R/V AL AWAM in Mauritania (thousands of tonnes)

	March 2009 (11–22/03)		July 2009 (3–12/07)		November 2009 (8–18/11)	
	C. Timiris– Saint Louis	C. Blanc– C. Timiris	C. Timiris– Saint Louis	C. Blanc– C. Timiris	C. Timiris– Saint Louis	C. Blanc– C. Timiris
<i>S. aurita</i>	229	52	514	119	513	593
<i>S. maderensis</i>	143	71	49	40	159	113

N/R ITAF DEME

In 2009, no acoustic surveys could be conducted in the waters of Senegal and the Gambia because of the breakdown of R/V ITAF DEME.

Coordinated regional surveys

The coordinated regional surveys that have been conducted by R/V DR. FRIDTJOF NANSEN since 1995 in the framework of the Nansen Programme were phased out in 2006. Starting from 2007, the national vessels continued these surveys of small pelagic fish resources in the region. They are

conducted each year in November/December. In order to allow a comparison between their results and those of the old series of R/V DR. FRIDTJOF NANSEN, correction factors are being applied. These are presented in Table 3.3.2e.

Table 3.3.2e: Correction factors used to compare the results from national vessels with the series of R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

Vessel	<i>S. aurita</i>	<i>S. maderensis</i>
AL AMIR MOULAY ABDALLAH	1.01	1.01
AL AWAM	1.00	0.50
ITAF DEME	0.87	0.87

In 2009, the national surveys in the framework of the regional survey were conducted by R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH and R/V AL AWAM.

As mentioned earlier, the waters of the Gambia and Senegal could not be covered because of a technical problem with the research vessel. Since the Working Group needed an acoustic index for the whole subregion in order to do an assessment, an attempt has been made to extrapolate the biomass measured in Mauritania and the northern part of Zone C to the whole of the subregion.

To obtain the biomass of sardinellas in the waters of the Gambia and Senegal, a statistical estimate has been made using factors that are theoretically related to the biomass in this area. This was, first of all, the series of biomasses for the area to the north of Senegal (Saint Louis to Cape Cantin) between 1995 and 2009, the series of annual catches in Senegambia, and the series of an environmental factor for this area and period. This environmental factor was the upwelling index calculated by scientists of the INRH on the basis of satellite maps of sea surface temperature (SST).

The different variables for the period 1995–2008 were correlated with the biomass in Senegambia by means of a linear model. The biomass in Senegambia for 2009 was then estimated on the basis of the known variables for that year. This analysis resulted in an estimate of 233 000 tonnes of *S. aurita* and 621 000 tonnes of *S. maderensis* in Senegambia.

The results of the coordinated regional surveys in 2009 (with the estimates for the waters of the Gambia and Senegal) are presented in Figures 3.3.2a-d.

When considering the results for November–December 2009, it is noted that the biomass of *S. aurita* has strongly increased in Zone C north of Cape Blanc (105 percent). The value obtained for 2009 was about equal to that for 2001, which is the highest value in the series until the present. There was also an increase of *S. maderensis*, but this was less pronounced.

In Mauritania, the upward trend for *S. aurita* continued in 2009, and the value obtained this year (1 105 300 tonnes) is the highest for the entire series. After a very low value in 2008, *S. maderensis* has slightly recovered, but its biomass (271 200 tonnes) has stayed low in comparison with earlier years.

The combined results for the entire subregion, including the estimates for the area Senegambia (Figure 3.3.2d), show that the year 2009 has the highest index of the entire series for *S. aurita* and also for the two species combined.

3.4 Sampling of commercial fisheries

Tables 3.4.1 and 3.4.2 show the sampling intensity for *S. aurita* and *S. maderensis* in 2009.

In Zone C north of Cape Blanc, sampling was conducted on the landings of the Moroccan fleet for the two species, and on the Russian fleet for the round sardinella. From the Moroccan fleet, a total of six samples were collected containing 268 individuals of *S. aurita*, and the otoliths of 20 individuals were

read. For *S. maderensis*, four samples were collected and 72 individuals were measured. The Russians collected 16 samples from a catch of 4 768 tonnes, and read the otoliths of 245 individuals during the third and fourth quarter.

In Mauritania, sampling of sardinellas in catches of the EU fleet was conducted by observers from the Spanish Institute of Oceanography (IEO) and from IMROP. The observers from IEO collected 95 samples (of the two species combined) while those of IMROP collected 75 samples. Sampling intensity was 2.6 samples per 1 000 tonnes.

For the non-EU fleet (Russian Federation, Ukraine and others), the Russians collected 49 samples and read the otoliths of 250 individuals for the age determination of round sardinella. The IMROP observers collected 39 samples of round sardinella and 22 samples of flat sardinella.

In Senegal, 172 samples of *S. aurita* were collected from a catch of 262 561 tonnes; 21 820 individuals were measured and 67 otoliths were collected. For *S. maderensis*, 125 samples were collected from a catch of 79 893 tonnes; 10 324 individuals were measured and 18 otoliths were collected. In 2009, sampling intensity was 1.0 sample per 1 000 tonnes of *S. aurita* and 1.6 samples per 1 000 tonnes for *S. maderensis*.

3.5 Biological data

Length distributions from commercial catches (Sardinella aurita)

Results for 2009

Length frequency distributions were available for commercial catches in Morocco (only industrial), Mauritania (industrial and artisanal) and Senegal (only artisanal) (Figure 3.5.1a).

Figure 3.5.1a presents length frequency data for Zone C north of Cape Blanc, where the majority of the fish measured 27 to 33 cm. In Mauritania, length frequencies of sardinella in catches of the EU were measured at sea by IMROP observers and by Dutch observers, and in the port of Las Palmas by observers from IEO. The results of the IMROP observers and the Dutch observers were comparable. In both cases, the modal length was around 31–32 cm. The results from IEO show a mode at 30–31 cm, and a second less important mode at 21 cm. The sampling of non-EU vessels by IMROP observers showed a mode at 32 cm, comparable to the results of IMROP and Dutch observers on board EU vessels.

When comparing the different sampling programmes of the industrial fleet in Mauritania, it is noted that the results of the IMROP, Russian and Dutch observers are in agreement, whereas those of IEO are rather different. The IEO samples consist of an important part of small fish that do not appear in the other programmes. It should be noted that the IEO sampling programme already recorded more small fish in 2008 than the other programmes.

The artisanal catches in Mauritania have modal lengths at 20 and 28 cm. It is clear that this fishery targets younger fish than the industrial fleet.

In Senegal, the artisanal fleet caught mainly large fish with lengths between 30 and 33 cm, and a mode at 32 cm. This modal length is identical to the one found in the industrial fishery in Mauritania.

Comparison of length data for 2009 with those of previous years

A chronological series of length distributions measured by IMROP observers on board EU vessels in Mauritania during the period 2003–2009 is shown in Figure 3.5.1b. This Figure shows the appearance of a strong year class in the fishery in 2005. This age class measured 23 cm at the age of one year in 2006. The next year (2007) the fish had reached a length of 28–29 cm and dominated the catches as two-year-old fish. In 2008, the same year class had now reached a length of 32 cm at an age of three

years. In 2009, the catches still had a modal length at 32 cm, which meant that the catch now consisted of the next year class (2006). This year class was not seen in the previous years, and it was probably less abundant than its predecessor. In 2009, the fishery probably shifted from year class 2005 to year class 2006 because this last one was now the most abundant, the most easy to capture. The fish of year class 2005 sampled in April 2009 had reached a length of 35 cm and were definitely more difficult to catch than the smaller fish of year class 2006.

There is also another chronological series of length data for *S. aurita*, referring to the artisanal fishery in Senegal (Figure 3.5.1c). Whereas in 2006–2008 the fishery concentrated on fish of 28–30 cm, fish caught in 2009 were much larger with a mode at 32 cm. This result corresponds with that of the industrial fleet in Mauritania. The agreement between the length distributions of the Senegalese artisanal fleet and the industrial fleet in Mauritania indicate that both fisheries exploited the same age class in 2009. This could be the result of the extension of the Senegalese fleet into Mauritanian waters.

3.6 Assessment

Data quality

In 2007, the Working Group made an exploratory analysis of age compositions of *S. aurita* that were based on Russian age-length keys for catches in Mauritanian waters (FAO, 2008). It appeared that the correlation between numbers of the same year class in successive years was weak. Therefore, the age composition was not considered sufficiently reliable to be used in an age-structured analysis.

Given the lack of progress in age reading of sardinella, no new attempts have been made this year to conduct an age-structured assessment.

Method

Due to the unreliable character of the available data for analytical assessments, the Working Group decided to use the Schaefer logistic production model implemented on an Excel spreadsheet. This model is described in Appendix II.

The Working Group also tried an LCA on round sardinella (Jones, 1984). The results of this LCA have been used for a length-based Y/R analysis in order to estimate the biological reference points F_{\max} and $F_{0.1}$.

Input data

The dynamic production model was run with a time series of total catches and the Nansen abundance indices. The abundance indices used were those of the coordinated regional acoustic surveys (section 3.3.2). It should be noted that the acoustic surveys in 2008 and 2009 were incomplete. In 2008, the Gambian waters were not covered, and in 2009 there was no coverage of the entire Senegambian area. The indices for the total subregion in these two years were based on an extrapolation of the results in the adjacent waters (section 3.3.2). The initial values for the dynamic model are given in Table 3.6.1.

Table 3.6.1: Initial values of the parameters r (intrinsic growth rate) and K (carrying capacity of virgin biomass) for *S. aurita* and *Sardinella* spp.

	r	K
<i>S. aurita</i>	0.30	4 000 000
<i>Sardinella</i> spp.	0.28	5 000 000

Length frequency data from the fleets in the Gambia, Mauritania, Morocco and Senegal have been used to apply the LCA model. The growth parameters have been taken from Santamaria *et al.* (2011, in press).

Results

The production model has been applied on each species of sardinella (*S. aurita* and *S. maderensis*) and on the data for the two species combined (*Sardinella* spp.).

The results for *S. maderensis* showed a poor adjustment of the model to the data (predicted and observed abundance indices). The Working Group, therefore, concluded that the results of the model were not satisfactory, and the results for this species are not presented.

Results for *S. aurita* and *Sardinella* spp. are presented in Figures 3.6.2 and 3.6.3. The relationship between some essential parameters and the reference points used by the Working Group is presented in Table 3.6.2.

Table 3.6.2: Results of the dynamic production model

Stock/biomass index	$B_{cur}/B_{0.1}$	B_{cur}/B_{MSY}	$F_{cur}/F_{MSY_{cur}}$	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>S. aurita</i> /Nansen series	112%	123%	260%	200%	222%
<i>Sardinella</i> spp./Nansen series	94%	103%	181%	175%	195%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Ratio between the estimated biomass for the last year of the series and the biomass corresponding to $F_{0.1}$.

B_{cur}/B_{MSY} : Ratio between estimated biomass for the last year of the series and the biomass corresponding to F_{MSY} .

$F_{cur}/F_{SY_{cur}}$: Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would produce a sustainable catch at the current biomass level.

F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would extract a maximum sustainable yield over the long term.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Ratio between the fishing mortality coefficient observed for the last year of the series and $F_{0.1}$.

The results of the LCA model and the Y/R calculation are not satisfactory because the sampling appears to have been biased. The Working Group, therefore, recommends that countries sample all size groups in the catches and also in the discards.

Sardinella aurita

There was a weak fit between predicted and observed abundance indices, especially for the last two years in which the acoustic indices increased despite high catches in the fishery. The difference between the abundance indices and the catches can be explained by several factors (see discussion below). A possible explanation is the unusual growth of the stock in 2008 because of the favourable environmental conditions that year. In order to compensate for this growth, the Working Group decided to introduce a positive environmental factor (value = 1) for 2008, as had been done earlier for the year 1999. This correction improves the fit for 2008 but the discrepancy, however, remains for 2009.

Whether or not an environmental correction is applied to the year 2008, the model indicates that current catches are not sustainable. The stock is still above the level corresponding to maximum sustainable yield (MSY), but the current catch level is about twice the level that is sustainable.

Sardinella spp.

The results of the model for *Sardinella* spp. show approximately the same characteristics as that for *S. aurita*, except for the fact that the discrepancy between predicted and observed abundance indices in this case is restricted to the last two years of the series. Here, also a factor of +1 has been applied to the year 2008 in order to be consistent with the analysis for *S. aurita*. The results of the model indicate that the stock is currently at the level corresponding to MSY, but that the current catch level is far above the level that is sustainable.

Discussion

For the last two years, the production model has not been able to simulate the developments in each of the species, nor in the two species combined. The correlation between the predicted and observed values was slightly improved by the introduction of a positive environmental factor for the year 2008. This, however, has not solved the problem for the year 2009.

For *S. aurita*, two explanations can be given for the discrepancy between the predicted and observed stock values in the last years:

- (a) the recruitment to the stock has been above average in the last years; and
- (b) the results of the acoustic surveys contain a bias after 2007.

The two hypotheses are considered below.

(a) Recruitment has increased during the last years.

This seems to be the most plausible hypothesis. During the last years, length frequency distributions in Mauritania have shown the recruitment of a strong year class 2005. This age group has dominated catches in Mauritania in 2007 and 2008 as has been described in earlier reports of this Working Group. According to the length frequency distribution in Mauritania in 2009 (Section 3.5), it is possible that year class 2005 was followed by another, moderately strong year class that sustained the fishery in 2009. Until now, the production model has not been able to incorporate variations in recruitment owing to the lack of a reliable series of recruitment indices.

(b) Bias in the acoustic results after 2007.

In 2007, the national research vessels took over from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN in the coordinated regional surveys. Even when correction factors are applied to the results of these vessels in order to make them comparable to those of R/V DR. FRIDTJOF NANSEN, it is possible that a bias remains for the most recent years. In 2008 and 2009, coverage of the region was incomplete and assumptions had to be made for the Gambia in 2008 and for the Gambia and Senegal in 2009. These extrapolations have certainly reduced the precision of the survey estimates. Finally, it is possible that the acoustic surveys (also those prior to 2007) contain random errors caused by differences in fish behaviour from one year to another.

Conclusions from the model results

Despite the problems encountered in fitting the model to recent developments in catches and abundance indices, it is obvious that current catches of sardinella in the subregion are not sustainable. These high catches were probably caused by one or two strong year classes that have recently passed through the fishery. All the results of the model indicate that catches during the last two years were 100 percent above the long-term sustainable level.

3.7 Projections

Owing to the discrepancies between predicted and observed values for the last years, both for *S. aurita* and the two species combined, it was considered unrealistic to make projections for 2010 and 2011 based on the results of the model.

3.8 Management recommendations

The Working Group considers that current catches of sardinella are not sustainable, and that they have to be reduced in order to prevent the future depletion of the stock.

In the absence of projections for 2010 and 2011, it is not possible to calculate precisely the catch level that would allow the stock to stabilize in these years.

In accordance with the advice given last year and as a precautionary measure, the Working Group recommends adopting a total allowable catch of 220 000 tonnes for *S. aurita* in 2010 and 2011 and also reducing the fishing effort on the two species. In this respect, the governments should not issue new fishing licences for sardinella in 2010 and 2011.

Moreover, the Working Group recommends that coastal States increase their efforts to manage the shared stocks of small pelagics, preferably by a catch limitation system, or by a limitation of fishing effort.

3.9 Future research

Follow-up on last year's recommendations:

- The workshop to analyse length frequency data for sardinella was not organized.
- The follow-up of the age reading validation was started in Senegal. This country has started a project that studies the age determination in a number of commercial species, including *S. aurita* and *S. maderensis*. The intention is also to involve other institutes in the subregion in this project.
- Sampling intensity was improved in certain countries but not in all.
- The study on the properties and reliability of different alternative indices of stock abundance has not been started.

For this year, the Working Group formulates the following recommendations:

- Efforts have to be undertaken in order to cover the total subregion during the acoustic survey in 2010.
- Scientists from Mauritania and Morocco should cooperate with the Senegalese project on age reading. This project should use the criteria developed during the workshop on this subject (FAO, 2007b).
- A subgroup should consider the possibility of establishing a series of recruitment indices for *S. aurita* using length data from commercial catches and the acoustic data.

4. HORSE MACKEREL

The exploitation is directed towards three species: the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), the Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) and the false scad (*Caranx rhonchus*). Because the false scad is caught only as bycatch, results reported for this species will be limited to catch data and abundance indices obtained from the acoustic surveys.

4.1 Stock identity

This subject has been described during earlier meetings of the Working Group (FAO, 2001 and 2002). The Working Group considers that one stock exists for each of the species. Additional studies, however, are necessary.

4.2 Fisheries

In Northwest Africa, the horse mackerel is exploited by vessels of very different lengths, ranging from the canoe to the large pelagic trawler of 120 m length. The exploitation of these species is thus carried out both by the industrial fleets, almost exclusively of foreign origin, and the national coastal and artisanal fisheries.

The two species of *Trachurus* (*T. trachurus* and *T. trecae*) occupy similar ecological niches. In 2008 and 2009, these two species contributed about 94 percent and 92 percent, respectively, of the total catch of horse mackerel. It is in the Mauritanian zone that the catches of horse mackerel are the most important. In 2009, they represented 69 percent of the total catch of horse mackerel in the subregion; a decline of 5 percent compared with 2008. The species *Trachurus trachurus* is mainly caught in Morocco (56 percent of the total catch of this species in the region) and in Mauritania. The species *Trachurus trecae* is fished mainly in Mauritania (75 percent of the total catch in the region) and to a lesser extent in Morocco (22 percent) and in the Senegambia area (3 percent) (Figure 4.2.1).

In 2009, the fleet of Belize contributed most to the catch of small pelagics (42 percent of the total catch), with 50 percent of the horse mackerel caught in Mauritania.

The monitoring of the fishery has become more difficult because of the shift from charter licences to free licences (vessels in the latter category are not obliged to land their catch in Mauritania).

Total catches

The catch of the species considered here increased each year between 2003 and 2005. In 2006, it dropped by 5 percent, and in 2007 it increased again by 4.2 percent. In 2008, it increased by a further 29 percent, from 432 700 tonnes to 556 700 tonnes. In 2009, catches declined by about 10 percent. Catch data for the three species of horse mackerel in the period 1990–2009 are presented by country and for the total subregion in Table 4.2.1a, b and c.

The annual trends in catches of the three species of horse mackerel are shown in Figure 4.2.1.

In 2009, the decline in catches concerned the two main species of *Trachurus* (*T. trachurus* and *T. trecae*), with respectively 1 percent and 14 percent lower catches than in the preceding year. In contrast, an increase of 20 percent was recorded for the false scad (*Caranx rhonchus*) in the whole subregion.

Catches in the Moroccan part of Zone C by “Ukrainian and others” have been split into species on the basis of Russian data for 2009.

In the Mauritanian zone, where more than 69 percent of all horse mackerels were taken in 2009, the main feature was a reduction of the two most important *Trachurus* species (*T. trachurus* and *T. trecae*). Between 2008 and 2009, catches of *T. trachurus* dropped by 18 percent from 62 682 tonnes to 51 554 tonnes, those of *T. trecae* by 23 percent from 336 625 tonnes to 260 500 tonnes.

Various sources of information suggest that the main part of catches landed as “anchovy” in Mauritania could in fact be juvenile horse mackerel that have been processed into fishmeal and hence are unidentifiable.

Fishing effort

The pelagic resources of northwest Africa are being exploited by different fleets and particularly by foreign vessels that have changed continuously over recent years.

In 2008, the industrial trawler fleets active in the Mauritanian zone were composed of:

- Vessels registered in Belize (30 percent of the total industrial effort in fishing days), in Saint Vincent and the Grenadines (6 percent), Equatorial Guinea (3 percent), Guinea (2 percent) and Iceland (4 percent).
- A Ukrainian fleet, which represented 12 percent of total effort (a decrease of 7 percent compared with 2008).
- Vessels operating under the agreement with the European Union, including:
 - a Dutch fleet targeting sardinella and catching horse mackerel as bycatch (2 percent of total effort in fishing days; a decrease of 3 percent compared with 2008);
 - a French boat that only worked for 86 days during the first quarter;
 - a Lithuanian fleet (11 percent of the total industrial effort) and a Latvian fleet (12 percent of effort; an increase of 3 percent compared with 2008); and
 - Polish vessels (3 percent of the total fishing effort; an increase of 2 percent compared with 2008).
- A Russian fleet, which still made up 8 percent of total effort, but which has declined sharply over the last few years (a decline of 11 percent compared with 2008).

In the northern Moroccan zone (Cape Spartel–Cape Bojador), the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) is exploited by a national fleet composed of purse seiners and coastal trawlers. The purse seiners target mainly the sardine, so horse mackerel is taken only as bycatch. The trawlers do not

target horse mackerel. The largest share of the catch of Atlantic horse mackerel (83 percent) is taken in Zone C mainly by pelagic trawlers (90 percent).

In Senegal, horse mackerel is taken both by a declining industrial fishery and by the artisanal fishery that takes it as bycatch. The industrial effort in Senegal remains weak and that of the Gambia is negligible in relation to the whole subregion.

In 2009, fishing effort increased in the Mauritanian zone (Figure 4.2.2). From Cape Blanc to Cape Bojador, effort of the Russian and Ukrainian industrial fleets increased by 13 percent compared with 2008. Moroccan purse seiners are also active in the zone, but they catch horse mackerel as bycatch.

Recent developments

Following the intensification of surveillance and inspection at sea in 2008, which continued in 2009, the declaration of catches in the logbooks has improved. These data are essential because they form the basis of the statistical work of this report. Other measures taken against immigration, and to improve the traceability of marine products, have also been taken in 2009 by the responsible services, in particular against national canoes. These measures will further improve the data collected from artisanal fishermen and the monitoring of the fishing effort deployed by this developing fishery.

The signing of a new framework agreement for fisheries between Mauritania and Senegal in 2010 imposes the landing in Mauritania of at least 20 percent of the catches of the more than 300 purse seiners included in this agreement. This measure could significantly improve catch statistics, in particular for the species targeted by this fleet (for example, sardinella). In Mauritania, the introduction of a better information system (recruitment of three information technology experts and improved cooperation with industry) has also allowed catch statistics for 2009 to become available before the end of March 2010, both for the artisanal and the industrial sector.

4.3 Abundance indices

4.3.1 Catch per unit of effort

The industrial effort for both Mauritania and Morocco was updated for the year 2009. Because of the length of the effort series and the importance of the catches in Mauritania, the CPUEs for each of the two *Trachurus* species have been based on the data for this area (Figures 4.3.1a and b).

This series shows that the CPUEs have declined in 2009 for the two main targeted species. This decline started in 2007 for *T. trecae* and in 2008 for *T. trachurus*.

4.3.2 Acoustic surveys

In addition to estimating abundance and biomass, the acoustic surveys are also meant to monitor the distribution of the fish and the length distribution in the various stocks of small pelagics in northwest Africa.

Coordinated regional surveys

The results of the acoustic surveys carried out in 2009 in the area north of Cape Blanc, corrected with the conversion factor 1.08 established in 2006 between R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH, show that the biomass of Atlantic horse mackerel has dropped from 352 000 tonnes in 2008 to only 139 000 tonnes in 2009; a decline of 60 percent. In contrast, an increase in biomass was observed for the Cunene horse mackerel, which increased from 368 000 tonnes to 741 000 tonnes during the same period (Figure 4.3.2a).

In the area south of Cape Blanc, a conversion factor of 0.9 was used, obtained in 2005 between R/V AL AWAM and R/V DR. FRIDTJOF NANSEN. In 2009, a decline of more than 53 percent was recorded in the biomass of *Trachurus trecae* compared with 2008. It dropped from 237 000 tonnes in 2008 to 111 000 tonnes, a value below the average of the series for 1995–2008. Detections of Atlantic horse mackerel in this zone were negligible as usual (Figure 4.3.2b).

In the Senegambia area, the absence of a survey by R/V ITAF DEME necessitated the use of an estimated value based on earlier data. This value was of 47 000 tonnes, using the conversion factor of 2005.

For the whole subregion, the biomass of the two *Trachurus* species increased between 2008 and 2009, from 970 000 tonnes to 1 111 000 tonnes; an increase of 14 percent (Figure 4.3.2c).

R/V ATLANTIDA

The research vessel ATLANTIDA carried out one acoustic survey in August 2009 in the sector between 28°N and 16°N. Figure 4.3.2d shows the Russian survey series from 1994 to 2009.

North of Cape Blanc, the biomass of *Trachurus trecae* was estimated at 473 923 tonnes, compared with 511 670 tonnes the previous year. For *Trachurus trachurus*, the biomass increased from 265 000 tonnes in 2008 to 280 689 tonnes in 2009. For technical reasons, the acoustic survey of R/V ATLANTIDA could not be conducted in a proper way in the area south of Cape Blanc, especially in Mauritania, and no results could be provided for 2009.

During the recruitment survey in January 2009, the abundance of juvenile horse mackerel had almost doubled for age group 1+. For *T. trecae*, the value obtained was the highest in the series. This recruitment survey, which is conducted in the area between 32°N and 16°N, also showed a strong increase in age group 0+, both for the Atlantic horse mackerel and the Cunene horse mackerel. Table 4.3.2a shows the recruitment indices from 2003 to 2009 for the Russian research vessels.

Table 4.3.2a: Abundance indices (in millions) of carangid juveniles from the Russian recruitment surveys

Year	<i>Trachurus trachurus</i>		<i>Trachurus trecae</i>	
	0+	1+	0+	1+
2003	1 777	1 171	1 268	642
2004	5	71	65	298
2005	141	10	3 837	43
2006	316	54	2 891	449
2007	1 256	117	7 193	587
2008	6	28	1 546	430
2009	3 722	56	2 153	690

National surveys

R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

In 2009, the Moroccan research vessel AL AMIR MOULAY ABDALLAH carried out two acoustic surveys in the northern CECAF area. The biomasses and abundances of horse mackerel estimated during these surveys are summarized in Table 4.3.2b.

During the July survey, the horse mackerel biomass was estimated at only 70 000 tonnes between Cape Spartel and Cape Bojador, and at 837 000 tonnes between Cape Bojador and Cape Blanc.

The survey at the end of the year in November and December covered the area from Cape Cantin to Cape Blanc. In the Cape Cantin to Cape Bojador sector, the biomass of the two *Trachurus* species reached only 52 000 tonnes, whereas it was estimated at 828 000 tonnes between Cape Bojador and Cape Blanc.

Table 4.3.2b: Estimated abundance indices (in thousands of tonnes) in the Moroccan part of the North-Eastern Atlantic during the acoustic surveys by R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in 2009

July 2009		November–December 2009	
Cape Spartel– Cape Bojador	Cape Bojador– Cape Blanc	Cape Cantin– Cape Bojador	Cape Bojador– Cape Blanc
Weight	Weight	Weight	Weight
70	837	52	828

R/V AL AWAM

In 2009, three surveys were conducted in the Mauritanian EEZ. They showed seasonal variations in biomass. The survey by R/V AL AWAM in July 2009 only showed the presence of Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*), with a slightly higher biomass than normal. This species was mainly found in the area between Cape Timiris and Cape Blanc. The biomass was estimated at 150 000 tonnes. It is noted that the biomass of this species shows large annual variations with marked decline this year, both in March and in November. Its biomass passed from 376 800 tonnes in March 2008 to 96 000 tonnes in March 2009, and from 261 000 tonnes in November 2008 to 123 100 tonnes in November 2009. The false scad (*Caranx rhonchus*) has been observed in Mauritanian waters only in the month of November in the last two years. Its estimated biomass increased from 74 000 tonnes in 2008 to 119 100 tonnes in 2009. It was detected mainly in the northern area, between Cape Blanc and Cape Timiris.

Table 4.3.3c: Estimated abundance indices (in tonnes) in the Mauritanian EEZ during the acoustic surveys by R/V AL AWAM in 2009

	March 2009		July 2009		November 2009	
	Saint Louis– C. Timiris	C. Timiris– C. Blanc	Saint Louis– C. Timiris	C. Timiris– C. Blanc	Saint Louis– C. Timiris	C. Timiris– C. Blanc
<i>T. trachurus</i>	126 100	3 500	0	0	0	3 000
<i>T. trecae</i>	71 400	24 600	39 300	111 000	30 100	93 000
<i>Caranx rhonchus</i>	0	0	0	0	33 900	85 200
Total	197 500	28 100	39 300	111 000	64 000	181 200

R/V ITAF DEME

In the absence of an acoustic biomass for Senegambia in November 2009, the biomass for this area has been estimated. A description of the method and the results obtained is given in the first chapter of this report. For 2009, a value of 47 000 tonnes is allocated to this area.

4.4 Sampling of commercial fisheries

In 2009, as in the past, sampling intensity is given by quarter for the two main fleets (European Union and the Russian Federation), including also the results obtained from other industrial fleets in Mauritania, Morocco and Senegal (Tables 4.4.1, 4.4.2 and 4.4.3).

Sampling intensity

Trachurus trachurus

Sampling intensity in Morocco increased in Zone A. It went from 3 samples per 1 000 tonnes in 2008 to more than 9 samples per 1 000 tonnes in 2009. In contrast, it decreased in Zone C, where it went from 2 samples per 1 000 tonnes in 2008 to less than 1 sample per 1 000 tonnes in 2009.

In the Mauritanian zone, sampling intensity slightly decreased for the Russian fleet, passing from 5 samples per 1 000 tonnes in 2008 to less than 4 samples per 1 000 tonnes in 2009.

Age reading is still carried out exclusively by Russian scientists. In 2009, no otoliths were read for the Moroccan part of Zone C.

Trachurus trecae

For the first time, biological samples were taken of the landings in Senegal.

Sampling intensity of the catches north of Cape Blanc by the Russian fleet increased slightly from less than 4 samples per 1 000 tonnes in 2008 to more than 5 samples per 1 000 tonnes in 2009. Sampling intensity of catches by the Russian fleet in the Mauritanian zone decreased in 2009 in comparison with

2008, and it was only 1.2 samples per 1 000 tonnes. Sampling intensity for catches other than those of the European Union increased significantly. It increased from 1 sample per 1 000 tonnes to more than 10 samples per 1 000 tonnes in 2009. In Senegal, sampling intensity decreased in comparison with 2008.

Caranx rhonchus

Sampling was conducted only in Mauritania in the industrial fishery and in Senegal in the artisanal fishery with an intensity of nearly 5 samples per 1 000 tonnes.

4.5 Biological data

Length frequencies of commercial catches

Trachurus trachurus

The length distribution of Atlantic horse mackerel taken by Russian vessels in the zone to the north of Cape Bojador and up to Cape Blanc showed the presence of more juveniles in 2009 (lengths below 17 cm) (Figure 4.5.1a).

South of Cape Blanc, length distributions of Atlantic horse mackerel collected by Mauritanian and Russian observers showed modes at 22 and 30 cm (Figure 4.5.1a).

Trachurus trecae

To the north of Cape Blanc, the length distribution of Cunene horse mackerel in the Russian catches ranged from 21 to 28 cm with a mode at 23 cm. South of Cape Blanc, the length distribution showed a variety of different lengths between 18 and 41 cm, with a mode at 28 cm (Figure 4.5.1b).

Caranx rhonchus

The only samples collected were from the Mauritanian and Senegalese zones. They showed a unimodal distribution with a mode at 30 cm and a range from 20 to 43 cm (Figure 4.5.1c).

Length frequencies from the scientific surveys

R/V ATLANTIDA

R/V ATLANTIDA conducted two acoustic surveys in July 2009. These surveys could only cover the Moroccan zone. The length distributions of these surveys show the presence of small *T. trachurus* with a size below 20 cm.

For *T. trecae*, there was a large variety in length. The size range was from 23 to 39 cm with modes at 25 and 34 cm.

R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

Between Cape Bojador and Cape Blanc, the individuals of *T. trachurus* were of a size between 11 and 24 cm, with modes at 13 and 22 cm. For *T. trecae*, the sizes ranged from 11 to 33 cm with modes at almost the same lengths as observed for the Atlantic horse mackerel: at 13 cm and at 23 cm for the larger sizes (Figure 4.5.1e).

R/V AL AWAM

During the November 2009 survey, the length of Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) observed between Cape Blanc and Saint Louis varied between 10 and 28 cm, with three main modes at 14, 17 and 22 cm (Figure 4.5.1f). For the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), for which only a poor detection was observed during this survey, the size ranged from 11 to 24 cm with modes at 13 and 14 cm.

Caranx rhonchus was observed only between Cape Timiris and Cape Blanc. Its length distribution showed a single mode at 21 cm within a very narrow size range (Figure 4.5.1d).

R/V ITAF DEME

This research vessel did not conduct a survey in the Senegalese zone in 2009.

4.6 Assessment

The Working Group made an analysis for two main species of horse mackerel (*Trachurus trachurus* and *Trachurus trecae*).

Data quality

The exploratory analysis of the total catches at age (age-length key supplied by the Russian scientists) for *T. trachurus* and *T. trecae* from 1990 to 2009 was carried out by calculating correlation coefficients between the estimated catches at age of the same cohorts in successive years. The results indicate a weak correlation between catches of the same cohort during its life cycle (Table 4.6.3 and Figures 4.6.1b and 2b).

Table 4.6.3: Values of R^2 between estimated catches of consecutive age groups of the same horse mackerel cohorts

	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8
<i>Trachurus trachurus</i>	0.112	0.359	0.288	0.018	0.00	0.048	0.001
<i>Trachurus trecae</i>	0.09	0.197	0.452	0.647	0.227	0.106	0.178

The correlations between successive ages are too weak to allow the application of an analytical assessment method. As for previous years, the absence of a real correlation shows that the age compositions of the catches are affected, among other things, by the lack of data for the whole distribution area of the stocks, and also by the difficulties in age reading. Moreover, the catch of the majority of the vessels is not being sampled, and the scientific observations do not cover the entire year.

Method

The Schaefer logistic production model, implemented on an Excel spreadsheet, was used to assess the stocks of the two *Trachurus* species in the subregion. This model was used to estimate the development of biomass and fishing mortality during the period 1991–2009. The Working Group then proceeded with a projection of stock size and catches over the following five years using different management scenarios and the same model implemented on a second spreadsheet (Appendix II).

Data

The Working Group prepared the data needed for the application of the dynamic production model for the two species. For the Atlantic horse mackerel (*T. trachurus*), only the indices of the Nansen series were available (national research vessels and R/V DR. FRIDTJOF NANSEN). For the Cunene horse mackerel (*T. trecae*), in addition to the biomass estimates from the Nansen series, also a CPUE series provided by Russian scientists for the period 1991–2009 was available. These scientists had calculated seasonal CPUEs for *T. trecae*, taking into account the fishing period. It should be noted that the series for the international surveys by R/V DR. FRIDTJOF NANSEN was extended by abundance indices that were estimated by the method described in the first chapter of this report.

The possible effects of the environment are taken into account based on anomalies observed in certain years of the series (1999, 2000 and 2005).

The initial parameter values (intrinsic growth rate [r] and carrying capacity of the ecosystem [K]) used in fitting the model are presented in Table 4.6.4.

Table 4.6.4: Initial parameter values

Species/abundance series	r	K
<i>Trachurus trachurus</i> /Nansen series	0.50	456 222
<i>Trachurus trecae</i> /Nansen series	0.70	1 700 000
<i>Trachurus trecae</i> /Russian CPUE	0.74	500 000

Results

Trachurus trachurus

The fit of the model using the Nansen series is presented in Figure 4.6.3. The fit appears to be relatively satisfactory.

The results indicate that the 2009 biomass corresponds approximately to 2/3 of the $B_{0.1}$ biomass. Current fishing mortality is 64 percent above $F_{0.1}$. Current fishing effort is, therefore, higher than the equilibrium level. Current fishing effort is about 1.5 times as high as the one corresponding to the maximum sustainable yield. These results show that the stock is overexploited (Table 4.6.5).

Table 4.6.5: Summary of the results of the model for *Trachurus trachurus*

Stock/indices	$B_{cur}/B_{0.1}$	B_{cur}/B_{MSY}	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trachurus</i> /Nansen series	72%	79%	123%	148%	164%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Ratio between the estimated biomass for the last year of the series and the biomass corresponding to $F_{0.1}$.
 B_{cur}/B_{MSY} : Ratio between the estimated biomass for the last year of the series and the biomass corresponding to F_{MSY} .
 F_{cur}/F_{SYcur} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would produce a sustainable catch at the current biomass level.
 F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would extract a maximum sustainable yield over long term.
 $F_{cur}/F_{0.1}$: Ratio between the fishing mortality coefficient observed for the last year of the series and $F_{0.1}$.

Trachurus trecae

The fit of the model based on the abundance indices from the Nansen series is presented in Figure 4.6.4a. The one based on the Russian CPUE data is presented in Figure 4.6.4b. Both models give similar results, which are considered to be a good description of the state of the stock of this species (Table 4.6.6). In both cases, the Pearson correlation coefficient was high (0.79 and 0.72, respectively). Both models were retained.

The comments below are based on the results obtained from the Nansen series. The same conclusions apply for the results based on the Russian CPUE series.

Current estimated biomass represents about half the $B_{0.1}$ biomass. The current level of fishing effort exceeds by 26 percent the level that maintains the stock at its current size. The current effort is higher than the one producing maximum sustainable yield (F_{MSY}) (Table 4.6.6). These results show that the stock is now overexploited.

Table 4.6.6: Summary of the results of the model for *Trachurus trecae*

Stock/indices	$B_{cur}/B_{0.1}$	B_{cur}/B_{MSY}	F_{cur}/F_{MSYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trecae</i> /Nansen series	53%	59%	126%	178%	197%
<i>Trachurus trecae</i> /Russian indices	50%	55%	156%	226%	251%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Ratio between the estimated biomass for the last year of the series and the biomass corresponding to $F_{0.1}$.
 B_{cur}/B_{MSY} : Ratio between the estimated biomass for the last year of the series and the biomass corresponding to F_{MSY} .
 F_{cur}/F_{SYcur} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would produce a sustainable catch at the current biomass level.
 F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would extract a maximum sustainable yield over long term.
 $F_{cur}/F_{0.1}$: Ratio between the fishing mortality coefficient observed for the last year of the series and $F_{0.1}$.

Discussion

For *Trachurus trachurus*, the fit of the model using the Nansen series indicates that the biomass in 2009 reached two-thirds of the $B_{0.1}$ biomass. This is a deterioration compared with the previous two years. In 2008, the biomass was only slightly below the target biomass $B_{0.1}$. Moreover, current fishing mortality, which was 13 percent above $F_{0.1}$ in 2008, has increased considerably in 2009 (164 percent, Table 4.6.5).

The stock situation has, therefore, deteriorated compared with last year when the stock was already considered fully exploited. The improved recruitment in 2009 has not yet had a positive effect on the

abundance index and the catches of this species. The catches in 2009 consisted of small fish. An increase in fishing effort has also been recorded in Mauritania and Morocco in 2009. This stock, which has already been fully exploited for several years, is now in a critical situation of overexploitation, especially because of the increase in fishing effort.

For *Trachurus trecae*, the use of two different abundance indices (overall CPUE and Nansen series) leads to similar results, despite the fact that the acoustic series is shorter than the Russian CPUE series. It appears that the stock situation has first deteriorated following a large increase in catches between 2007 and 2008. The stock in 2008 was, therefore, considered overexploited. The increase in biomass recorded in 2009 during the scientific surveys (acoustic and recruitment) gives rise to optimism concerning the state of the stock of this species. This conclusion, however, does not remove the need for a precautionary approach in the next years.

4.7 Projections

In order to provide different options for management, the Working Group made projections based on two different catch levels.

Scenario 1: Maintain fishing effort at its current level (status quo). It is assumed that there is no change in the strategy of the fleets and in the environment, while fishing effort remains at the same level.

Scenario 2: Decrease effort by 20–30 percent in order to obtain a better yield in the long term. The projections were carried out over the next five years (from 2009).

Trachurus trachurus

Scenario 1 (status quo): The projection based on the Nansen series for the period 2010–2013 showed a decline of catches from 2009 (which was about 120 percent of the MSY level) to a value that stabilizes from 2012 onwards at the MSY level. The abundance index, which was 24 percent below the target level in 2009, continues to decline in the three following years and deviates further from the reference level $U_{0.1}$ before stabilizing from 2013 onwards (Figure 4.7.1a).

Scenario 2 (reduction of 20 percent): The catches, which were 20 percent above the MSY value in 2009, show first of all a sharp decline to 10 percent below the MSY level in 2010. Afterwards catches increase progressively to reach the MSY level in 2013. In this scenario, the abundance index, which was 25 percent below the target level in 2009, increases slightly to arrive at a level only 20 percent below the target abundance in 2013 (Figure 4.7.1b).

Trachurus trecae

The projections are based on the assessment using the Nansen index series.

Scenario 1 (status quo): When implementing this scenario, the catches, which were 10 percent above the MSY level, show a continuous decline until 2013. In this year, the catch level is less than 50 percent of the MSY. The biomass, which was at 50 percent of the reference value $U_{0.1}$, drops sharply in 2010 and continues to decline until 2013 when the level is only 25 percent of the reference value (Figure 4.7.2a).

Scenario 2 (reduction of 30 percent): With a reduction in effort of 30 percent, the catches, which were at the MSY level in 2009, decrease to 80 percent of this value in 2010. They increase slightly over the next four years to reach 87 percent of the target value. The abundance, after having shown a slight decrease in 2009, stabilizes in the period 2009–2013 at about 55 percent of the target value (Figure 4.7.2b).

4.8 Management recommendations

The assessment of the two species of *Trachurus* was based on a production model that used three series of abundance indices.

The stocks of the two species *Trachurus trachurus* and *Trachurus trecae* are overexploited.

For *Trachurus trachurus*, the level of fishing mortality is far above the target level $F_{0.1}$ and the biomass estimated in 2009 represents only 72 percent of the target biomass.

For *Trachurus trecae*, the results indicate that current biomass is far below (53 percent) the target biomass ($B_{0.1}$) and that fishing effort is above the target value.

The fisheries concerned are multispecific, targeting the two *Trachurus* species. Given the situation of overexploitation of the Cunene horse mackerel and the Atlantic horse mackerel, the Working Group recommends reducing effort by 20 percent in relation to 2009. It is recommended to limit catches to 330 000 tonnes, which corresponds to the Figure that was already suggested in 2008, when one of the two species was fully exploited.

4.9 Future research

Follow-up of recommendations made in 2009

With respect to the five research recommendations that were formulated by the Working Group in 2009, it is noted that only one of these has been implemented. This concerns the progress that has been made in 2009 in the sampling of artisanal and industrial fleets in the subregion.

However, IMROP intends to start a study in 2010 on the spatial distribution in commercial catches and acoustic surveys of the two species of *Trachurus*.

Recommendations in 2010

Some of the recommendations below date from the previous year and have not yet been implemented. They are, therefore, repeated:

- Compare the spatial distribution in commercial catches and in scientific surveys of both *Trachurus* species in order to better understand their strategy of occupying space as a function of their total abundance level.
- Estimate bycatches of horse mackerel in the demersal fleet.
- Proceed with the analysis of length frequencies of these species.

5. CHUB MACKEREL

5.1 Stock identity

The distribution of chub mackerel (*Scomber japonicus*, Houttuyn, 1782) has been described during previous Working Groups (FAO, 2001 and 2008).

Two stocks of chub mackerel have been identified in northwest Africa: the northern stock between Cape Bojador and the north of Morocco, and the southern stock between Cape Bojador and the south of Senegal. No new information was presented to the Working Group concerning the identity of these two stocks.

Since the 2003 meeting, owing to a lack of information on the possible migrations between the two stocks, the Working Group has decided to proceed with a joint assessment of the two stocks of this species.

5.2 Fisheries

In Zone A+B and the northern zone (Tangiers–Cape Bojador), the chub mackerel is exploited by the Moroccan fleet. This fleet is composed of coastal purse seiners which mainly target sardine but also take chub mackerel depending on its availability. A fleet of Spanish purse seiners has also operated in the northern zone since April 2007. Its landings represented 4 percent of all chub mackerel landings in Moroccan ports in 2008 (420 tonnes) and 1 percent in 2009 (130 tonnes).

In the zone between Cape Bojador and Cape Blanc, in addition to the coastal Moroccan purse seiners, a fleet of pelagic trawlers operates under the Morocco-Russian fishing agreement. Other vessels in this area are chartered vessels operated by Moroccans and trawlers operating under the Morocco-European Union fishing agreement.

In the Mauritanian zone, Russian and Ukrainian pelagic trawlers fish mackerel on a seasonal basis. Mackerel is also taken as bycatch by EU vessels that normally fish for other species. In 2008, the fisheries inspection service put in place new surveillance measures using satellites and a vessel monitoring system (VMS). This should have resulted in improved catch declarations.

In the Gambia and Senegal, chub mackerel is considered as bycatch of the Senegalese artisanal fleet.

Total catches

The annual trend in catches of *Scomber japonicus* by country for the period 1990–2009 is given in Table 5.2.1 and Figure 5.2.1.

Catches in the northern fishery (north of Cape Bojador) fluctuated between 11 000 tonnes and 84 000 tonnes over the period 1990–2009. From 2002 to 2007, the catches showed an increasing trend, going from 22 700 tonnes in 2002 to a record catch of 84 000 tonnes in 2007. Subsequently, they declined to 72 000 tonnes in 2008 and 52 000 tonnes in 2009. The catch in 2009 was mainly taken in Zone A where more than 32 000 tonnes were landed (Table 5.2.1). A further 7 000 tonnes were caught in Zone B. The catches of mackerel in Morocco zone North were approximately 13 000 tonnes in 2009, which was 23 percent more than in 2008.

Catches in the northern part of Zone C (Cape Bojador–Cape Blanc), where the trawlers operate under fishing agreements with Russia and charters, increased progressively between 1993 and 1998, reaching a maximum of around 150 000 tonnes in 1998. After that, catches showed a continuous decline until 2002. This was due to the end of the above agreements and the departure of the Russian vessels in 1999, followed by the departure of the Ukrainian and other chartered vessels in 2001. Catches increased again in 2003 and showed an increasing trend until 2006 when over 100 000 tonnes were caught. They decreased to 89 000 tonnes in 2007 and increased again in 2008 when 125 000 tonnes were caught. Finally, in 2009 they returned to a level close to that of 1998 with 142 000 tonnes. The Ukrainian vessels contributed 32 percent to the total landings; the Moroccan vessels 31 percent, the Russian vessels 27 percent, and the EU vessels 10 percent.

In Mauritania, the total catch of chub mackerel increased during 1990–1996 to about 100 000 tonnes in 1996. Thereafter, it decreased reaching a low level of about 21 000 tonnes in 1999. The catch then increased progressively until 2003; a record year with 133 000 tonnes caught. Since then, catches have strongly declined to 38 000 tonnes in 2005 and 33 000 tonnes in 2006. In 2007, the catch increased again to 80 000 tonnes, but thereafter decreased to 68 000 tonnes in 2008 and 44 000 tonnes in 2009. This catch was mainly taken by non-EU vessels (78 percent) (Table 5.2.1).

In Senegal and the Gambia, chub mackerel is only a bycatch. Catches by the artisanal fishery in Senegal in 2009 were 5 100 tonnes, an increase compared with the 2 500 tonnes in 2008. A small catch of 133 was recorded in the Gambia in 2009. This value was at the same level as in 2008 (126 tonnes).

Since 1991, the trend of total chub mackerel catches for the whole subregion has seen an increase, reaching over 210 000 tonnes in 1997, after which catches fluctuated around an average value of 181 000 tonnes until 2006. After this year, catches strongly increased and stayed above 240 000 tonnes, with 257 000 tonnes in 2007, a maximum of 268 000 tonnes in 2008, and 244 000 tonnes in 2009 (Table 5.2.1 and Figure 5.2.1).

Fishing effort

Fishing effort of the coastal purse seiners is expressed in number of positive trips. That of the pelagic trawlers is expressed in fishing days. Given the multi-specific nature of the fishery, the estimated fishing effort for chub mackerel is the same as that used for the assessment of sardine, horse mackerel and sardinella. This has been described in the corresponding chapters (Chapter 2, 3 and 4).

5.3 Abundance indices

5.3.1 Catch per unit of effort

The Russian CPUEs, standardized to RTMS¹ vessels, are calculated using the method described in the Working Group report of 2004 (FAO, 2004).

In 2005, the CPUE in tonnes/day RTMS declined compared with 2004 and it stayed at the same level of around 41 tonnes/day RTMS in 2006 and 2007. In 2008 and 2009, the CPUE increased to 47 and 50 tonnes/day RTMS respectively (Table 5.3.1 and Figure 5.3.1).

5.3.2 Acoustic surveys

Coordinated regional survey

The biomass and abundance of chub mackerel were estimated during the coordinated regional survey in November–December 2009, conducted by the national research vessels of the region (R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in Morocco and R/V AL AWAM in Mauritania). The acoustic survey by R/V ITAF DEME could not be conducted in Senegambia; an area where normally only a few echo traces of mackerel are detected at this time of the year. The biomasses recorded were converted into R/V DR. FRIDTJOF NANSEN equivalents by applying the intercalibration coefficients between the national vessels and the Norwegian vessel. While waiting for new results of the analysis of the intercalibrations, the Group decided to use the same conversion coefficients as used during the previous year (Table 1.7.1).

Between 1999 and 2005, the biomass of chub mackerel has shown an upward trend, from a minimum of 98 000 tonnes in 2000 to a maximum of 852 000 tonnes in 2005 (Figure 5.3.2a). The biomass then strongly declined to 430 000 tonnes in 2006 and stayed around 610 000 tonnes in 2007 and 2008. In 2009, it increased slightly again to 756 000 tonnes. The mackerel was detected mainly in Morocco, with more than 463 000 tonnes recorded in Zones A+B and 265 000 tonnes in Zone C. A quantity of 28 000 tonnes was recorded in Mauritania.

R/V ATLANTIDA

During the summer of 2009, R/V ATLANTIDA surveyed the region between Cape Ghir and Cape Timiris. In previous surveys, the survey area extended further south until Saint Louis. For the whole of Mauritania, the biomass in 2009 was estimated on the basis of the estimate for Morocco and the average ratio between the biomass in Mauritania and Morocco in the period 1995–2008. On average, 6 percent of the total biomass of mackerel was found in the Mauritanian zone. In 2009, the estimated biomass was 1 024 000 tonnes, of which 959 000 tonnes was found north of Cape Blanc. It was a decrease in comparison with the 1 300 000 tonnes recorded in 2008 (Figure 5.3.2b).

The recruitment survey took place in Morocco and Mauritania during the usual period (November 2009–January 2010). The abundance indices for classes 0+ and 1+ are given in Table 5.3.2c and Figure 5.3.2c.

¹ Type of large freezer fishing trawler constructed in large numbers between 1974 and 1984.

Table 5.3.2c: Abundance indices of juvenile mackerel in the subregion from the recruitment surveys (in millions)

Year	Age classes	
	0+	1+
2003	4 538	1 024
2004	3 528	916
2005	4 344	1 403
2006	1 883	2 120
2007	1 233	569
2008	2 785	567
2009	2 840	2 335

Concentrations of recruits were generally found in the same areas as in the surveys carried out between 2003 and 2008. In Morocco, the highest concentrations of juveniles were found between latitudes 27°10'N and 29°00'N and between 21°00'N and 25°30'N. In Mauritania, the highest densities were found off Cape Blanc and in a zone between 18°00' and 19°00'N.

Between 2003 and 2005, the class 0+ index stabilized at around 4 000 million recruits. The index fell in 2006 and 2007, and then increased again to reach more than 2 840 million recruits in 2009 (Table 5.3.2c). Nevertheless, it remained below the average of the whole series.

The 1+ class index was 2 335 million recruits in 2009, most of which were found north of Cape Blanc. This index is the highest of the whole series. The index for this age class decreased by 16 percent compared with the value it had as 0+ group.

National surveys

R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

In 2009, the Moroccan research vessel AL AMIR MOULAY ABDALLAH carried out four acoustic surveys between Cape Cantin and Cape Blanc. The mackerel biomasses estimated during these surveys are summarized in Table 5.3.2d. The zone between Cape Cantin and Cape Spartel was not covered this year.

Table 5.3.2d: Estimated mackerel biomass (tonnes) in the subregion from the acoustic surveys by R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in 2009

July 2009		November 2009	
C. Cantin–C. Bojador	C. Bojador–C. Blanc (16–28/07)	C. Cantin–C. Bojador	C. Bojador–C. Blanc (14–25/11)
699 000	141 000	543 000	601 000

In Zone A+B, between Cape Cantin and Cape Bojador, the mackerel was very abundant in July. Its biomass was estimated at 699 000 tonnes, which was a strong increase compared with the 277 000 tonnes estimated during the same period in 2008. During the November survey, the mackerel was estimated at 543 000 tonnes.

Between Cape Bojador and Cape Blanc, the estimated biomass in November 2009 was 601 000 tonnes, which was also a very strong increase compared with the 140 000 tonnes that were estimated in July in the same area.

R/V AL AWAM

In 2009, in addition to the usual two surveys in March and November, the acoustic surveys in Mauritania were extended by a third survey conducted by R/V AL AWAM in July. The results of the three surveys are given in Table 5.3.2e.

Table 5.3.2.e: Estimated mackerel biomass (tonnes) in the subregion from the AL AWAM acoustic surveys in 2009

March 2009 (11–22/11)		July 2009 (3–12/07)		November 2009 (8–18/11)	
C. Timiris– Saint Louis	C. Blanc– C. Timiris	C. Timiris– Saint Louis	C. Blanc– C. Timiris	C. Timiris– Saint Louis	C. Blanc– C. Timiris
79 200	11 400	0	0	0	4 300

During the March survey, the biomass was estimated at 90 000 tonnes. The mackerel was found mainly in the northern zone in waters of less than 70 m depth. In July, no mackerel was detected in the whole of the Mauritanian zone. In November, a small quantity of 4 300 tonnes was estimated near Cape Blanc.

R/V ITAF DEME

In 2009, no acoustic survey was carried out in the waters of the Gambia and Senegal because of the breakdown of R/V ITAF DEME. Given the fact that in November only small traces of mackerel have been detected in Gambian and Senegalese waters during the entire series of the surveys, the abundance index for Senegal has been assumed to be zero in 2009.

5.4 Sampling of the commercial fisheries

Sampling intensity during 2009 is given in Table 5.4.1.

Morocco

Since 2004, sampling has increased in the region north of Cape Bojador (Zones A+B), which is exploited by Moroccan coastal purse seiners. Whereas 130 samples comprising 6 319 individuals were taken in 2004, sampling increased to 262 samples comprising 16 679 individuals in 2008, and to 175 samples with 11 700 individuals in 2009. The largest part of this sampling occurred in Zone A, where sampling took place the whole year. In Zone B, there was no sampling in the first quarter.

For the southern fishery (between Cape Bojador and Cape Blanc), 17 samples comprising 740 individuals were collected in 2009 from the Moroccan fleet. In 2008, the number of samples was 124, comprising 26 113 individuals.

Sampling intensity has been declining since 2005, falling from 9.3 samples per 1 000 tonnes in 2005 to 2.7 samples per 1 000 tonnes in 2007, 1.8 samples per 1 000 tonnes in 2008, and 0.2 in 2009. This drop is mainly due to the absence of sampling on the Russian and Ukrainian vessels to the north of Cape Blanc.

Mauritania

In the Mauritanian fishery, sampling is carried out on board pelagic trawlers by IMROP scientists and Russian observers.

In 2009, 121 samples with 5 406 individuals were taken, against 74 samples with 9 307 individuals in 2008. Of these samples, 71 percent came from Russian and Ukrainian boats.

Sampling intensity has been declining since 2006. From 6.2 samples per 1 000 tonnes in that year, it decreased to 4.2 samples in 2008 and 2.6 in 2009.

Senegal

In Senegal, sampling is carried out on landings of the artisanal fleet. In 2009, 22 samples with 2 514 individuals were taken, against 18 samples with 2 273 individuals in 2008. Sampling intensity was 4.4 samples per 1 000 tonnes; an increase compared with 2009 (3.7 samples per 2 000 tonnes).

5.5 Biological data

Length frequencies

Commercial catches

The length composition of mackerel catches in Zones A, B and C (north of Cape Blanc) in 2009 was based on Moroccan data. In Mauritania, it was based on Russian data and on Spanish data collected in Las Palmas. For Senegal, length distributions were based on the sampling of the artisanal fishery. The length frequency distribution for mackerel was analysed for both the northern and southern stock for the period 2006–2009 (Figures 5.5.1a, b).

Lengths taken from the Moroccan purse seiner landings in Zones A+B (northern stock) in 2006 had a bimodal distribution with a main mode of young individuals of 12 cm and a secondary mode of 20 cm. In other years, the length structure was unimodal with a mode at 19, 20 or 21 cm.

In the southern fishery, the length distribution of landings in 2006 was characterized by a main mode of 23 cm and a secondary mode at 33 cm. In 2007, three main modes were observed, at 20, 24 and 30 cm. In 2008, the distribution was bimodal with modes at 22 and 24 cm, and a range of lengths that was not as wide as that in the previous two years. Finally, in 2009, the distribution showed a main mode at 23 cm and a secondary mode at 30 cm. It is important to mention the presence of large fish, up to 42 cm, and the absence of fish of less than 17 cm.

Acoustic surveys

The length distributions of mackerel in the zones north and south of Cape Bojador, estimated during the acoustic surveys carried out by the national research vessels (R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH and R/V AL AWAM) in November–December 2009, are shown in Figures 5.5.2a and b.

In Zone A+B, the fish that were detected ranged from 14 to 21 cm, with a clear mode at 19 cm.

In the area north of Cape Bojador, lengths in 2009 ranged from 13 to 24 cm and showed a clear mode at 19 cm. The length distribution estimated in November had two main modes at 18 and 23 cm. This mode was found at 18 cm in 2008.

In the southern area, the lengths were comprised between 15 and 29 cm in 2009, with modes at 18 and 23 cm. During the survey in March 2009, the range of lengths was very large (between 9 and 39 cm), with a strong presence of juveniles between 9 and 16 cm.

In November 2009, the lengths were comprised between 22 and 33 cm, with a mode at 25 cm. The length range in 2008 was between 16 and 29 cm with a unimodal structure around 18 cm.

Age composition

The age-length key was obtained from Russian samples in 2009. This key was then used to estimate the total and average weight by age for mackerel landed in the whole subregion. The estimated age compositions and average weights by age in the northern and southern regions and for the whole subregion have been updated in Table 5.6.3a and b.

In general, the average weights by age group estimated in 2009 are higher than those in 2008, especially for the mean weight of the 5+ age group, which almost doubled in 2009.

Growth parameters

The growth parameters and the coefficients of the length-weight relationship were calculated by the Length Frequency Data Analysis (LFDA) 0.5 programme using sampling data from Moroccan ports. These parameters are given in Table 5.5.1 below.

Table 5.5.1: Growth parameters of *Scomber japonicas*

	K	L_{inf}	t₀	a	b	R²
Zone A+B	0.16	47.14	0.11	0.0027	3.3354	0.9689

Maturity

The maturity ogives by age estimated from Russian data were those calculated for 2007 (Table 5.5.2).

Table 5.5.2: Percentage of mature individuals by age class of *Scomber japonicas*

Years/age	0	1	2	3	4	5	6+
1992–2005	0	0.2	0.8	1	1	1	1

5.6 Assessment*Assessment of data quality*

The Working Group proceeded with an exploratory analysis of the quality of age data using the Russian catches, in order to test the possibility of age structured assessments to this species. The linear correlation coefficients calculated between the different age classes of the same cohort are given in Table 5.6.1 and Figure 5.6.1.

Table 5.6.1: Coefficient of the linear inter-relationship between catches of consecutive ages of the same cohorts

Age group	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6
<i>Correlation coefficient in 2008</i>	0.77	0.69	0.56	0.56	0.52
<i>Correlation coefficient in 2009</i>	0.70	0.64	0.20	0.52	0.50

In general, the correlation between the age classes is lower than in 2008. It is rather stable between the two years for the coefficients for age classes 1–2, 2–3, 4–5 and 5–6, but it has strongly declined for age classes 3–4. This decline must be due to the fact that sampling did not cover all the fleets in Zone C in 2009. The Working Group decided to use the data, and proceeded with a simulation of the data using the analytical models ICA (Patterson and Melvin, 1995) and XSA (Shepherd, 1999).

Production model

The Schaefer logistic production model implemented on an Excel spreadsheet was used for the assessment. Another Excel spreadsheet based on the same model was used to carry out catch and biomass projections for the next four years, following different management scenarios (Appendix II).

Data

The catch data used by the Working Group were the total landings series of the whole subregion for the period 1999–2009.

The biomass indices used for the simulation were the acoustic biomasses from the Nansen series (R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and national vessels), which started in 1999.

The parameters for the intrinsic growth rate r and the carrying capacity K used as starting values for the models were the following:

Intrinsic growth rate r	1.29
Carrying capacity K (in tonnes)	927 010

Results

The results from the fit of the model to the Nansen data series are shown in Figure 5.6.2 and Table 5.6.2.

Table 5.6.2: Summary of the results from the fit of the global model

Stock/biomass index	$B_{cur}/B_{0.1}$	B_{cur}/B_{MSY}	F_{cur}/F_{MSYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
Nansen series	130%	143%	122%	69%	77%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Ratio between estimated biomass for the last year of the series and the biomass corresponding to $F_{0.1}$.

B_{cur}/B_{MSY} : Ratio between estimated biomass for the last year of the series and the biomass corresponding to F_{MSY} .

F_{cur}/F_{SYcur} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would produce a sustainable catch at the current biomass level.

F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would extract maximum sustainable yield over the long term.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Ratio between the fishing mortality coefficient observed for the last year of the series and $F_{0.1}$.

The results show that the current stock biomass is above the $B_{0.1}$ target biomass. The current level of exploitation is about 23 percent below $F_{0.1}$. The results show that the stock is fully exploited, as it was last year.

Discussion

In the past years, the lack of contrast in the series of biomass and catches did not allow a proper fit of the model. Now the fit has improved thanks to the fluctuations that were observed in the last years. The Group, therefore, decided to accept the results of the present fit, with the conclusion that the stock is fully exploited.

Analytical models

The ICA and XSA models were applied and the effect of different factors on the fit and stability of the model were tested. The criteria for the fit of the models were the minimization of the SSQ residuals and the similarity of the SSB (spawning stock biomass) and fishing mortality F curves using a retrospective analysis of the data.

The ICA model allows a statistical analysis on a set of age-structured data. It provides information on the uncertainty of the estimates and the reliability of the data. The parameters used for fitting the model were the CPUE of the fleet, separate fishing periods and the selection (S) on the last age. The reference age used was 3, the number of years for the separability constraint was 4, and the selectivity on the last age was 1.7.

Input data

The data used for the two models ICA and XSA are given in Tables 5.3.1, 5.5.2 and 5.6.3a and b. The natural mortality used was 0.5.

For the XSA model, the catchability depends on the size of the stock for ages below 2, and does not depend on ages above 3. The estimated number of survivors is narrowed down towards the population average for ages below 2. The estimated mortality coefficient is narrowed down towards the F average of the last seven years or the two oldest ages.

Results

The main results of the analysis are given in Tables 5.6.4 and 5.6.5a, b, c and d and in Figure 5.6.3.

Table 5.6.4: Fishing mortality by age groups estimated by the ICA and XSA models

Age group	1	2	3	4	5
ICA	0.03	0.13	0.19	0.25	0.31
XSA	0.09	0.23	0.25	0.22	0.21

The fishing mortalities on age groups 2–6 during the period 1992–2009 were recalculated on the basis of this fit. With the ICA model, the estimated mortality for the year 2009 reached 0.24 year^{-1} , which is the lowest value for the period 1998–2009. With the XSA model, this mortality was 0.22 year^{-1} , which is the lowest value between 2004 and 2009. These two values are below the natural mortality coefficient $M=0.5 \text{ year}^{-1}$. The results of the two analyses show that the level of fishing effort was slightly above the recommended effort, but was close to the latter value.

The estimated SSB curves from both models are almost identical. The comparison in trends of estimated biomass and landings are shown in Figure 5.6.3. The catches declined in 2009 in comparison with 2008, and the biomass estimated by the model has increased markedly.

5.7 Projections

Projections from the production model

The Working Group carried out a projection of mackerel catches and biomass indices for the following five years using different scenarios. The results are shown in Figures 5.7.1 and 5.7.1b.

Two scenarios were considered:

Scenario 1 (status quo): Maintaining fishing effort at its current level supposes that there is no change in strategy of the fleets so that the effort level remains the same. This would lead to a slight reduction in biomass in 2010 in comparison with 2009, followed by a stabilization at this level. The catches will increase slightly in 2010 to a level close to MSY and decrease in 2011 by 11 percent in relation to the MSY. After that, they will remain stable.

Scenario 2 (effort reduction of 10 percent). If effort is reduced by 10 percent compared with the current level, the biomass index will first slightly decrease in 2010 and then stabilize at a level about 15 percent above the sustainable level B_{MSY} . The catches will decline in 2010 and 2011 because of the decrease in effort and then stabilize at a level close to the one corresponding to $F_{0.1}$.

ICA projections

The ICA model projection is carried out over two years. The results are shown in Figure 5.7.2.

- To keep catch in 2011 at its current rate, a recruitment level of around 7 000 million individuals would be required, which corresponds to the average of the last five years.
- It is unlikely that the recruitment in 2011–2012 would correspond to the average for the period 1992–2009 (which is lower). In this case, the biomass would represent only 85 percent of the value calculated for 2010. It would remain below the level calculated for 2009.

The result of the analytical model projection is, therefore, the same as that of the global model, confirming that the stock is fully exploited. In the light of these results, and taking into account the uncertainty of the data used in the model, the Working Group recommends not to exceed a maximum catch of 230 000 tonnes.

5.8 Management recommendations

On the basis of the results from the global and analytical assessments, and in light of the observed improvement of the biomass index and recruitment, the Working Group recommends that catches should not exceed the average level of the last five years, which is 230 000 tonnes.

5.9 Future research

Follow-up on previous year's recommendations

Only the recommendation concerning the collection of otoliths has been implemented. This collection and the reading of the otoliths have been conducted by the scientists of ATLANTNiro.

Future recommendations

Given the fact that last year's recommendations have not, or have been only partially implemented, they have been carried over to this year:

- Undertake studies on stock identity in the region.
- Ensure that biological sampling is carried out for all fisheries in the subregion.
- Increase the collection and reading of otoliths in order to establish the age-length keys by fishery and/or by zone.

6. ANCHOVY

6.1 Stock identity

In the absence of studies on the stock identity of this species, the Working Group considers all anchovy in the whole subregion to belong to a single stock.

6.2 Fisheries

In the waters off northwest Africa, anchovies are fished only in Mauritania and Morocco. In Morocco, they are fished by a fleet of Spanish purse seiners in area North, and by a fleet of Moroccan trawlers in Zone North, A and B. This species is not targeted by the industrial pelagic fishery in Mauritania, which takes it only as bycatch.

Total catches

Catches of anchovy are shown in Table 6.2.1 and Figure 6.2.1. In 2009, catches of anchovy in the subregion declined further, from 122 000 tonnes in 2008 to 115 000 tonnes in 2009. This decrease was recorded in Mauritania, where catches decreased by about 9 000 tonnes in the component of the EU fleet that is of Eastern European origin (Estonia, Latvia, Lithuania and Poland). In Morocco, a slight decline was also noted in catches of the Moroccan fleet in area B to about 7 000 tonnes in 2009 (10 000 tonnes in 2008) (Figure 6.2.1).

In 2009, around 85 percent of the total anchovy catch in the subregion was recorded in Mauritania. It has increased from 8 percent of the total catch in 1995 to more than 95 percent in 2003. In 2004 and 2005, catches decreased by 47 percent in Mauritania. In 2006 and 2007, catches increased again, before showing another decline in 2008 and 2009. Catches by the Russian and Ukrainian fleets represent 70 percent of the total declared catch in Mauritania. However, several indications exist that the bulk of the catches declared in Mauritania as anchovy could be juvenile horse mackerel or other species which have been processed into fishmeal and thus are impossible to identify.

In Morocco, catches of anchovy in 2009 decreased by 13 percent despite the arrival of new vessels in Zone C from the EU, the Russian Federation and Ukraine. The main part of the catch in Morocco was taken in Zones A+B with more than 12 000 tonnes. In zone North, the catches of Spanish purse seiners decreased by about 23 percent (Table 6.2.1).

Fishing effort

Fishing effort for anchovy is defined as the total effort of all coastal purse seiners directed at all pelagic species in Mauritania and Morocco. The Spanish fleet is composed of 17 purse seiners that operate in the northern zone. They spent 634 days at sea.

Recent developments

In 2009, no new developments were observed in the subregion.

6.3 Abundance indices

6.3.1 Catch per unit of effort

The CPUEs could not be calculated due to the absence of effort data for the fleets that target this species.

6.3.2 Acoustic surveys

Coordinated regional surveys

During 2009, a coordinated regional survey was carried out by the national research vessels AL AMIR MOULAY ABDALLAH in Morocco and AL AWAM in Mauritania. The abundance indices for anchovy, estimated by these vessels, were converted using factors from the intercalibration exercise between R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in 2006 and between R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and R/V AL AWAM in 2005 (Table 1.7.1). Figure 6.3.1 shows that the total biomass in the subregion has decreased in 2009 compared with 2008, especially in Mauritania.

R/V ATLANTIDA

In 2009, R/V ATLANTIDA conducted a recruitment survey in January and an acoustic survey in August. The latter was restricted to the area north of Cape Blanc. The acoustic biomass estimated in this area was 18 000 tonnes.

National surveys

R/V AL AWAM

In 2009, the research vessel AL AWAM carried out acoustic surveys in March, July and November. In March, the estimated biomass was around 130 000 tonnes. It consisted mainly of juveniles in the Cape Blanc area and adults to the south of Cape Timiris.

In November, the biomass was only 5 000 tonnes, which represented a considerable drop in the time series for this vessel. This small quantity was found to the south of Cape Blanc and close to the coast. It consisted of juveniles of small sizes between 4 and 6 cm (Table 6.3.1.a).

R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

In 2009, the research vessel AL AMIR MOULAY ABDALLAH carried out four acoustic surveys in June–July and November–December. During the surveys in June–July, the anchovy biomass was estimated at 25 000 tonnes in the areas Central and South.

During the surveys in November–December, a biomass of 22 300 tonnes was recorded between Cape Cantin and Cape Blanc (Table 6.3.1). The estimates of total biomass in the total area surveyed by this vessel have dropped considerably compared with those in 2008 and 2007 (Figure 6.3.1).

Table 6.3.1: Biomass estimates of *Engraulis encrasicolus* in northwest Africa in 2009 (in tonnes)

	C. Cantin– Sidi Ifni – AL AMIR (July)	Sidi Ifni– C. Blanc – AL AMIR (July)	C. Cantin– C. Blanc – AL AMIR (December)	C. Safi– Saint Louis – ATLANTIDA (July–August)	South of C. Blanc – AL AWAM (November)
<i>E. encrasicolus</i>	20 000	5 000	22 300	4 247	500

R/V ITAF DEME

The research vessel ITAF DEME did not conduct a survey in 2009.

6.4 Sampling of commercial fisheries

Sampling intensity of *Engraulis encrasicolus* in Mauritania and Morocco in 2008 and 2009 is shown in Table 6.4.1.

In the northern part of Morocco, the IEO scientific team in 2009 took nine samples consisting of 741 individuals. This constituted a decrease in sampling intensity of more than 45 percent compared with 2008.

In Zone A, 77 samples were taken and 15 343 individuals were measured. Otoliths were collected from 347 individuals. Sampling intensity has thus increased from 1.1 sample per 1 000 tonnes in 2008 to 1.4 sample per 1 000 tonnes in 2009. In Zone B, an increase in sampling intensity also was recorded in 2009 compared with 2008. Here 12 samples were taken during the first two quarters, consisting of 1 858 fish. A total of 30 otoliths were taken for age reading.

No samples were collected in 2009 in Zone C and in Mauritania.

6.5 Biological data

In 2008, the biological data available for anchovy consisted of three sets of length frequencies data, collected in Morocco by the IEO scientific team from landings of Spanish purse seiners operating in zone North and by INRH in Zones A+B.

Figure 6.5.1 shows the length composition of catches of Moroccan trawlers in zone North, Zone A and Zone B. In zone North, the length of the anchovy ranged from 12 to 17 cm with modes at 14.5 and 15.5 cm. In Zone A, the length ranged from 9 to 16.5 cm with a mode at 14 cm. In Zone B, the length ranged from 9 to 16.5 cm with a mode at 13.5 cm.

Length frequencies collected during the acoustic surveys in November–December 2009 by R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in Morocco and R/V AL AWAM in Mauritania are shown in Figure 6.5.2. They show that the length of anchovy in Zones A+B ranged from 7 to 16 cm with modes at 11 and 12 cm. In Zone C north of Cape Blanc, the length ranged from 7 to 11 cm with a mode at 8 cm. In Zone C south of Cape Blanc, the anchovies detected during the survey consisted of juveniles of 4–6 cm.

The recruitment survey by R/V ATLANTIDA showed that the length of anchovy to the south of Cape Blanc varied from 5 to 15 cm with modes at 8 and 10.5 cm. In the area north of Cape Blanc, the length ranged from 5.5 to 17 cm with modes at 9 and 14 cm (Figure 6.5.3).

6.6 Assessment

In 2009, the data available on the anchovy fishery in the subregion were insufficient for the application of a production model. Series of length frequency data for the Moroccan fishery in Zones A+B have been used to apply the LCA model and the yield-per-recruit model of Thomson and Bell based on the LCA results. The two models used are described in Sparre and Venema (1996).

Input data

In the absence of biological data and length distributions for the Mauritanian zone, the Group only used the sampling data of landings in the northern zone and A+B zones of Morocco in 2007 and 2008. An average of the length distributions for the total areas concerned has been used for these two years. The final distribution contains individuals with lengths between 8.5 and 18 cm.

The growth parameters used were obtained from a study carried out in Zone A by INRH in 2008 (Table 6.6.1). The value of natural mortality of 1.5 was obtained from the thesis of Ba Ibrahima in Mauritania in 1988.

Table 6.6.1: Growth parameters for *Engraulis encrasicolus* in Morocco in 2008

Growth parameters			Length-weight ratio		
L_{∞} (cm)	K an ⁻¹	t_0 an ⁻¹	a	b	r^2
17.259	1.2	-0.33	0.004	3.2051	0.89

Results

The results of the model indicate that current fishing mortality is very close to the value corresponding to $F_{0.1}$. This means that the stock is fully exploited.

Discussion

From the discussion on the quality and availability of information on this species, it appears that the data are insufficient for certain fishing areas, in particular Mauritania. Whereas catches of anchovy in Mauritania could possibly constitute 85 percent of the total catch in the subregion, no biological data or effort data are available for this area during the entire period. In Morocco, biological data are only available for the northern area and Zones A+B. Furthermore, there is uncertainty about the stock identity of the anchovy. The value of natural mortality, which has been estimated only for the Mauritanian zone, has a strong effect on the results of the model. Because of the short lifespan of anchovy (two years at the most), abundance is dependent upon variations in recruitment. As a consequence, the results of the acoustic surveys (Figure 6.3.1) show strong fluctuations in abundance. For the reasons mentioned above, the diagnosis of full exploitation resulting from the model should be considered with prudence.

6.7 Projection

The Working Group was unable to make short- or medium-term projections for the anchovy stock in the subregion because of the strong interannual variation in abundance and the short lifespan of this species.

6.8 Management recommendations

While waiting for more information on the stock identity of anchovy in the subregion and more reliable catch statistics, the Working Group takes a precautionary approach and recommends not to increase effort and catches above the current level (116 000 tonnes).

6.9 Future research*Follow-up on last year's recommendations*

Following the recommendation of the Working Group to take up the study on stock identity of anchovy in the subregion again, INRH intends to conduct genetic studies on this species.

As the 2009 Working Group recommendations were not fully implemented, the Group this year reiterates the following recommendations:

- Collect a time series of effort data for assessment of the stock.
- Carry out studies on length composition and on species composition of catches by the Mauritanian industrial fisheries.
- Intensify sampling in the different segments of the fishery to identify and distinguish anchovy in reported or processed catches.

7. BONGA

7.1 Stock identity

The assumption that the West African bonga shad stock is a single stock was maintained by the Working Group. A detailed description of the stock is given in the report of the FAO Working Group (FAO, 2007a). In the region, the bonga shad (*Ethmalosa fimbriata*) is mainly concentrated in the Gambia, Mauritania and Senegal.

7.2 Fisheries

The bonga shad is mainly exploited by the artisanal fisheries in the Gambia and Senegal and recently in Mauritania. It is mainly fished using surround gillnets. The largest catch of bonga is found in the Gambia constituting about 58 percent of total catches of this species in the region. The bonga fishery is a major source of animal protein, employment and income for fishing communities along the coast of the Gambia.

Total catches

The harvesting of the bonga resource as presented in Table 7.2.1 and Figure 7.2.1 varies in the region.

Overall, total catches of bonga in the region have been relatively stable in the last four years of the catch series between 2006 and 2009. Prior to this period, catches were declining, from 49 000 tonnes (the largest catch in the series) to about 20 636 tonnes in 2009 (Figure 7.2.1). Catches of bonga in the Gambia and Senegal have been on a downward trend since 2003 despite fluctuations in catch levels. A stable state of annual catch levels was observed in the Gambia in the last four years while in Senegal the catches slightly oscillated during the same period. The five-year average of 24 200 tonnes was estimated for this species. The marked increase in catches of bonga in Mauritania in 2009 was attributed to the establishment of a fishmeal factory in this country; the almost complete absence of bonga in the Mauritanian catch records in 2008 was attributed to cessation of the fishery that year due to lack of a market.

Fishing effort

Total fishing effort exerted in the extraction of bonga by Senegal is presented in Table 7.2.2a and the effort of the Gambian and Senegalese artisanal surround gillnet fishers over the years are presented in Table 7.2.2b as number of fishing trips. No effort data was provided by Mauritania.

Recent developments

Sampling systems for biological parameters and statistical data are being implemented in the Gambia and Mauritania to address data paucity problem.

7.3 Abundance indices

7.3.1 *Catch per unit of effort*

A time series CPUE estimate was based on the effort data provided by the Gambia and Senegal (2006–2009) (Figure 7.3.1). The artisanal fishing industry targeting bonga in the Gambia and Senegal uses the same type of canoes and fishing nets (surround gillnets) and hence compatible CPUE. The CPUEs have been declining since 2001, from 1.76 tonne per trip to 0.82 tonne per trip in 2006 before increasing to 1.04 tonne in 2009 (Figure 7.3.1).

7.3.2 *Acoustic survey*

Because of the distribution of bonga, with large concentrations in shallow waters of the estuary, acoustic surveys could not be done to estimate the standing biomass of this species.

7.4 Sampling of the commercial fisheries

Landings of bonga were sampled for length in both the Gambia and Senegal in 2009. Sampling of bonga was carried out in Senegal and the Gambia on the artisanal fishery landings. Nineteen samples of 965 individuals were taken in Senegal and 85 samples of 11 829 individuals in the Gambia. Sampling intensity in the Gambia has increased from two to five samples per 1 000 tonnes in 2009 (Table 7.4.1).

7.5 Biological data

Length frequency data from commercial fisheries in the Gambia and Senegal were available to the Working Group. There was no biological data from Mauritania for 2009.

The length composition for the Senegalese artisanal fisheries indicates two main modes at 14 cm and at 25 cm (Figure 7.5.1). For the Gambia, length frequencies were fairly large with one distinct peak at 26 cm (Figure 7.5.2). More length frequency data are required to better describe the progression of modes over time.

There was no survey data on *Ethmalosa fimbriata* in the region in 2009.

7.6 Assessment

The Working Group decided to use the available length frequency data. Plots of both catch and CPUEs were done to establish trends before being used in the assessment of the bonga stock.

Method

Assessment of the state of *Ethmalosa fimbriata* species in the region was done using the Schaefer dynamic production model implemented on an Excel spreadsheet. A detailed description of the model can be found in Appendix II. The Working Group also decided to explore the use of LCA and yield-per-recruit to assess the stocks using the available length frequency data. A detailed description of these methods can be found in Sparre and Venema (1996). The length frequency data from the Gambia artisanal surround gillnet fisheries was used.

Input Data

Total catches of bonga in the region (Table 7.2.1) and indices of abundance of the surround gillnet fisheries (Table 7.2.2b) were used to fit the dynamic model. Effort data from the Senegalese surround gillnet fisheries were used as indices of abundance. The decision to use the Senegalese effort data was based on the length of the series and the fact that the artisanal fisheries segment targeting bonga in the Gambia and Senegal use the same type of canoes and fishing nets.

The used length structure data on bonga in the artisanal fisheries of the Gambia to run the LCA and its results were then used as input for Y/R model. The basic biological parameters and length structured data for bonga used came from Panfili *et al.* (2004) and www.fishbase.org (accessed May 2010). A length frequency average based on total catch of the Gambia for 2008 and 2009 was used. The length of individuals in matrix used ranged from 17 to 37 cm.

The growth parameters used are presented in Table 7.6.1. A 0.4/year natural mortality was estimated using the empirical formula of Pauly (FAO, 2005).

Table 7.6.1: Growth parameters for *Ethmalosa fimbriata* in the region in 2009

Growth parameters			Length-weight ratio	
L_{∞} (cm)	K year ⁻¹	t_0 year	a	b
40.7	0.17	-0,84	0.0120	3.098

Results

The production model was not fitted satisfactorily prompting the Working Group to reject the results.

The result of the LCA and yield-per-recruit revealed that the biomass of *Ethmalosa fimbriata* was in a satisfactory state. This indicates that the stock is fully exploited.

Discussion

The Working Group discussed the quality and availability of information and agreed that there is a data deficiency problem in countries harvesting *Ethmalosa fimbriata*. According to the Working Group, because of the paucity of biological and length-structured data, the results obtained from the analysis should be taken with prudence for the reasons given above.

7.7 Projections

The Working Group could not make projections for the next five years due to the unreliable results.

7.8 Management recommendations

As a precautionary measure, the Working Group recommended that catch and effort in the Gambia and Senegal should not exceed the level of 2009.

7.9 Future research

Follow-up on last year's recommendations

The discussions on the previous year's recommendations and the available data revealed that countries in the region conducted limited biological sampling, and no joint biological work had been done between the Gambia and Senegal in 2009. Also, there was no evidence of studies undertaken on the distribution and biology of bonga in the region.

Because none of the recommendations were carried out, the Working Group therefore maintained last year's recommendations, as follows:

- Senegal is urged to continue biological sampling of bonga and should investigate the possibility of obtaining separate effort data for the bonga gillnets. It should aim at increasing sampling intensity.
- Mauritania should improve statistical and biological data collection on *E. fimbriata* to enable better analysis of the status of the stock.
- Joint biological sampling work should be carried out between the Gambia and Senegal.
- To encourage studies on the distribution and biology of bonga.

8. GENERAL CONCLUSIONS

A summary of the assessments and management recommendations by the Working Group is presented below:

Stock	Last year – 2009 – catch in 1 000 tonnes (2005–2009 avg.)	*B/B _{0.1}	*F _{cur} /F _{0.1}	Assessment	Management recommendations
Sardine <i>Sardina pilchardus</i> Zone A+B	600 (478)	117%	87%	Fully exploited	As a precautionary measure, and taking into consideration the fluctuations observed in this stock, the Working Group maintains the 2008 recommendations that catches should not exceed 400 000 tonnes in 2010.
Sardine <i>S. pilchardus</i> Zone C	318 (277)	160%	15%	Not fully exploited	The total catch level may be temporarily increased, but should be adjusted to natural changes in the stock. The stock structure and abundance should be closely monitored by fishery independent methods.
Sardinella <i>Sardinella aurita</i> <i>S. maderensis</i> <i>Sardinella</i> spp. Whole subregion	521 (455) 113 (124) 634 (579)	112% - 94%	223% - 195%	Overexploited Current catches of sardinella are not sustainable. Catches have to be reduced in order to avoid a future depletion of the stock.	The Working Group maintains the 2008 recommendations that catches should not exceed 220 000 tonnes for <i>S. aurita</i> in 2010 and 2011 and a reduction of fishing effort on both species of sardinella combined.
Horse mackerel <i>Trachurus trachurus</i> <i>T. trecae</i> Whole subregion	120 (107) 347 (308)	72% 53%	164% 197%	<i>T. trachurus</i> and <i>T. trecae</i> are overexploited.	As a precautionary measure and because of the mixed horse mackerel fishery, it is recommended to decrease effort by 20% compared with 2009. The 2010 total catches of the two species should not exceed 330 000 tonnes as recommended in 2010.
Chub Mackerel <i>Scomber japonicus</i> Whole subregion	244 (231)	130% 131% (ICA)	77% 60% (ICA)	Fully exploited	The Working Group recommends that the catch level should not exceed the mean of the last five years (2005–2009), i.e. 200 000 tonnes.
Anchovy <i>Engraulis encrasicolus</i> Whole subregion	116 (116)	NA	107% (LCA)	Fully exploited	As a precautionary measure, effort and catch level should not exceed current levels.
Bonga <i>Ethmalosa fimbriata</i> Whole subregion	21 (24)	NA	-	Fully exploited	As a precautionary measure, catch and effort in the Gambia and Senegal should not exceed the 2009 level.

*All reference points refer to the results of the production model, unless otherwise indicated.

State of stocks and fisheries

Although important changes were observed in the abundance and exploitation level for some of the stocks, the overall general situation with respect to the state of the different stocks was found to be similar to that of 2009, with the exception of the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), which this year was considered overexploited. The Cunene horse mackerel (*T. trecae*) remains overexploited and the Small Pelagic Working Group recommends a decrease in catch and effort on the horse mackerels to ensure sustainable harvesting of this stock.

The catches of round sardinella (*Sardinella aurita*) are high for the last three years, probably associated with a very good recruitment of year class 2005. The estimated abundance index for 2009 was also high. However, given the uncertainties associated with the last year's abundance indices, the lack of evidence of another good year class since 2005 and the high observed catches in recent years which exceeds what the stock can sustain in the long run, the Working Group continues to be concerned about this stock and still considers it as overexploited. The Working Group reiterates its recommendation to reduce effort on this species and to respect the previously recommended catch levels.

The situation for the sardine stock in Zone A+B seems to have improved since 2006 and this stock is now considered fully exploited. However, as a precautionary measure, and taking into consideration the fluctuations observed in this stock, the Working Group maintains the 2008 and 2009 recommendations that catches should not exceed 400 000 tonnes.

Chub mackerel (*Scomber japonicus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and bonga (*Ethmalosa fimbriata*) were also found to be fully exploited. For the two latter species, the Working Group noted that, although the information available to the Group has improved, there are still some deficiencies.

As for the previous assessment, sardine (*Sardina pilchardus*) in Zone C was found to be not fully exploited. The estimated biomass index from the regional survey (Nansen index) decreased somewhat in 2009 as compared with 2008. Given the fluctuations observed in the abundance of this stock, care should be taken in its management.

Assessments and data (models and surveys)

Although the dynamic production model is the main model tool used for the assessment of the stocks, the information available on length composition from catches is improving for some stocks and alternative methods based on this information are being explored and applied to some of the stocks. In the future, the Working Group intends to further develop these methods in order to diversify the analysis and obtain more robust assessments of the state of stocks.

Given the marked variability of environmental conditions in the study area, the Working Group again stressed the need to study the effect of hydrographical and/or ecological variability in the region and its effects on stock dynamics and to explore possibilities to further develop the production model used to better account for these factors.

Although the amount of data made available to the Group has improved in recent years, some problems still persist. The main deficiency of data remains reliable length and age data for most of the stocks. The study of age and growth, therefore, remains a priority for the Working Group. Data deficiencies concern the species and length composition of the landings and discards of the industrial fleet in Mauritania and the length distribution of catches in the Gambia, Mauritania, Morocco and Senegal. The uncertainty with regards to catch series include under-reporting and misreporting of catches (example of horse mackerel, anchovy in Mauritania), uncertainty about discards (e.g. horse mackerel in the demersal fisheries), etc. Because the assessments of the current state of the stocks and their exploitation depend strongly on the estimated levels of past and present catch, unreliable catch

data will impact directly on the quality and reliability of the assessment and recommendations made by the Group. Therefore, these issues should be addressed with urgency and insistence.

Starting in 2007, the national research vessels took over the responsibility of the November–December acoustic survey from the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN. Many of the assessments made by the Working Group depend on this time series and hence the Working Group reiterates last year's recommendation that a thorough analysis of the properties and reliability of this data series should be carried out according to agreed terms of reference. The Working Group also notes with great concern the problems of non-coverage of part of the stocks during the coordinated surveys and the possible impact this may have on the assessment results.

Reference points and management advice

As for the three previous years, the Working Group estimated the main reference points for management of the pelagic stocks in the region. The Group also made projections of future yields and stock status under different scenarios for future management measures. The advice for the management of these stocks is given in relation to the reference points and on the basis of the projections. The advice for each stock gives guidelines for the management of the pelagic stocks and on how to make them develop in a direction where each stock is exploited at an optimum level. The advice for each stock is given both in terms of effort and catch levels. Because most of the stocks are shared by two or more countries in the region, the Working Group strongly recommends the reinforcement of regional cooperation in research and management.

The Working Group noted the recent establishment of several fishmeal factories in the coastal countries of the region and the possible threat this can constitute to the small pelagic species, sardinella in particular.

9. FUTURE RESEARCH

The Working Group recommends that the research areas identified previously should be pursued in 2010/2011. The Working Group thus recommends:

1. All data for the next Working Group must be prepared and sent to the chairperson of each species group and FAO at the latest one week before starting the first part of the next meeting. The finalized sections (text, tables and figures) on fisheries and trends for the report (subsections 1–5 of species chapters) should be circulated to the group in advance of the second part of the meeting, which will take place in April/May 2011 in Morocco. The data should be provided on a monthly or quarterly basis as applicable for catch, effort, length and age for the next meeting.
2. Acoustic surveys and related activities, such as coordination between countries and intercalibration, should be continued to maintain and improve the time series; acoustic abundance estimates should be split by zones and length classes. The assessment work is critically dependent on the quality of the acoustic estimates. It is, therefore, strongly recommended that the participating vessels in the region coordinate and make intercalibrations. The recurrent problems for the Senegalese vessel to participate in this activity was noted with great concern and the Working Group urges Senegal to find a solution to ensure complete coverage of the main shared small pelagic stocks in the future.
3. Further analysis of the results of the parallel and coordinated surveys in order to assure a continuation of the November–December time series for the main species should be carried out as well as in-depth analysis of the various survey results from the region. A dedicated activity to ensure the availability of a reliable fisheries independent abundance series for the assessments carried out by the Working Group should be undertaken before the next meeting.

The chairperson of the Planning Group must present an action plan for this activity as soon as possible to ensure implementation.

4. The Working group noted the efforts made by the Gambia to ensure funding for the regional surveys and encourages the Gambia and Senegal to continue their efforts to mobilize funds for the agreed regional acoustic surveys in order to ensure regional coverage of the small pelagic stocks.
5. The recruitment surveys for horse mackerel, chub mackerel and sardine should be continued and have to cover the whole subregion. For sardinella, the possibility of dedicated recruit surveys should be investigated.
6. Research activities aiming at a better understanding of the effect of environmental changes on the dynamics of pelagic stocks should be encouraged.
7. Continue to improve sampling by increasing the number of samples and sample size of each sample covering all size ranges. All fleet segments and all quarters of the year should be covered. Each subgroup must ensure that length composition of the catch and surveys is organized in a way exploitable by the Working Group before the next meeting.
8. Reinforce the work on age reading of sardine and sardinella through regular sampling and reading of all size classes throughout the year and stimulation of regional exchanges of samples and results.
9. Continue to develop and improve the assessment methods. Further develop the version of the production model used by the group, including other versions of the production functions, multiple abundance indices and uncertainty estimates as well as other methods.

1. INTRODUCTION

La dixième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des principales espèces de petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est réunie à Banjul, Gambie, du 18 au 22 mai 2010. L'objectif général du Groupe de travail est d'évaluer l'état des ressources en petits pélagiques en Afrique nord-occidentale et d'établir des recommandations relatives à la gestion des pêches et aux options d'exploitation afin d'assurer la meilleure utilisation durable de ces ressources pour le plus grand bénéfice des pays côtiers.

Les espèces évaluées par le Groupe de travail sont la sardine (*Sardina pilchardus*), les sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*), les chinchards (*Trachurus trecae*, *Trachurus trachurus* et *Caranx rhonchus*), le maquereau (*Scomber japonicus*), l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) et l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) dans la région située entre la frontière sud du Sénégal et la frontière Atlantique nord du Maroc.

La réunion a été organisée par la FAO en collaboration avec le Département des pêches de la Gambie. Cette dernière a financé les frais de la réunion ainsi que son organisation logistique. Tous les frais relatifs aux participants ont été pris en charge par leurs pays/institutions respectifs. En tout, 14 scientifiques de sept pays et de la FAO ont participé à la réunion. Le Président du groupe était Birane Samb du Centre de recherches océanographiques Dakar-Thiaroye (CRODT).

1.1 Termes de référence

Les termes de référence du Groupe de travail étaient les suivants:

1^{ère} partie: semaines du 3 au 16 mai. Communication via Internet

Semaine du 3 au 7 mai

1. Mise à jour de la base de données existante – mise à jour des données de capture, d'effort, d'intensité d'échantillonnage et biologiques par pays ainsi que des campagnes.
2. Analyse des données de capture, d'effort et biologiques de la période 1990-2009 et si possible de la période précédente.

Semaine du 10 au 16 mai

3. Finalisation de la partie du rapport sur les pêches et sur les tendances observées (sous-sections 1 à 5 relatives aux différentes espèces).
4. Discussion au sujet des difficultés et problèmes en matière d'évaluation.

2^{ème} partie: semaine du 18 au 22 mai. Département des pêches, Banjul, la Gambie

5. Rapport sur les activités de recherche menées en 2009/2010 selon les recommandations émises par le Groupe de travail en 2009. Présentation des documents de travail.
6. Présentation des rapports sur les campagnes acoustiques menées en octobre-décembre 2009 et des rapports provenant des campagnes des navires de recherche d'autres pays.
7. Présentation du rapport du Groupe de planification pour la coordination des campagnes acoustiques.
8. Rapport sur les progrès réalisés quant à la lecture d'âge des sardines et des sardinelles dans la région.
9. Révision et discussion au sujet des analyses des données mises à jour de capture, d'effort et biologiques ainsi que des chapitres finalisés par l'intermédiaire des échanges via Internet.
10. Discussion au sujet des méthodes d'évaluation, y compris de nouvelles méthodes et approches éventuelles.
11. Mise à jour des évaluations et des projections relatives aux stocks de sardine, de sardinelles, de chinchards, de maquereau, d'ethmalose et d'anchois.

1.2 Participants

Cheikh Baye Ould Braham	IMROP
Ana MariaCaramelo	FAO
Ad Corten	Conseiller spécial - IMROP
Najib Charouki	INRH - Casablanca
Hamid Chfiri	INRH - C/R Agadir
Aziza Lakhnigue	INRH - Casablanca
Asberr Mendy	Département des pêches - Banjul
Ben Lemlih Mohamed	IMROP
Ahmedou El Moustapha	IMROP
Fambaye Ngom Sow	CRODT
Pedro Pascual Alayon	IEO - Ténérife
Birane Samb (Président)	FAO
Merete Tandstad	FAO
Nikolay Timoshenko	AtlantNIRO

Les noms et les adresses de tous les participants sont fournis dans l'Annexe I.

1.3 Définition de la zone de travail

La zone de travail est délimitée par les eaux de l'océan Atlantique situées entre la frontière sud du Sénégal et le nord du Maroc.

1.4 Structure du rapport

La structure de ce rapport du Groupe de travail est la même que celle du précédent (FAO, 2009). Un chapitre particulier est consacré à chacune des principales espèces (sardine, sardinelles, chinchards, maquereau, ethmalose et anchois). Des informations y sont fournies sur l'identité du stock, les pêcheries, les indices d'abondance, l'échantillonnage, les données biologiques, l'évaluation, les projections, les recommandations de gestion et la recherche future.

1.5 Suivi des recommandations 2009 du Groupe de travail relatives aux recherches futures

La plupart des activités de suivi ont été maintenues. Plus particulièrement, des efforts ont été réalisés afin de poursuivre les campagnes acoustiques et les activités liées à ces dernières comme la coordination entre les pays et l'intercalibration. Une campagne régionale coordonnée avec les navires de recherche locaux a notamment été effectuée en octobre-décembre 2009 même si elle n'a pas couvert les eaux sénégalaises et gambiennes à cause de problèmes avec le navire de recherche du Sénégal. Une nouvelle campagne coordonnée est programmée en octobre-décembre 2010 (voir aussi la section 1.11). Une campagne acoustique et une campagne de recrutement sur la sardine, les carangidés et le maquereau couvrant la zone comprise entre Safi, au nord, et Saint-Louis, au sud, ont été respectivement réalisées en juillet-août 2009 et novembre 2009-janvier 2010 par le N/R ATLANTIDA.

Étant donné le besoin de suivi et de travail sur le long terme pour réaliser les recommandations, la session 2010 du Groupe de travail a recommandé que les domaines de recherche identifiés par le passé soient poursuivis en 2010/2011.

L'intensité d'échantillonnage dans la région est restée à un niveau similaire à celle de 2009. L'objectif de couvrir toutes les flottilles et tous les trimestres n'a pas encore été atteint. On a de nouveau insisté sur l'importance de préparer et d'envoyer les données aux différents coordinateurs avant la session du Groupe de travail. En 2010, des progrès ont été réalisés et des membres de l'Espagne, du Maroc, de la Mauritanie, du Sénégal et de la Fédération de Russie ont respecté les recommandations formulées l'an passé.

Les recommandations relatives à chaque espèce sont reportées dans les chapitres qui leur sont consacrés.

1.6 Vue d'ensemble des débarquements

Le Tableau 1.6.1 et la Figure 1.6.1a présentent la capture par pays des principales espèces de petits pélagiques étudiés par le Groupe de travail ainsi que la capture totale de ces espèces de 1990 à 2009.

Il y a eu une augmentation du total des captures des principales espèces de petits pélagiques dans la sous-région avec des prises qui sont passées d'environ 2,3 millions de tonnes en 2008 à 2,4 millions de tonnes en 2009 (plus 4 pour cent). Le total des captures de petits pélagiques pendant la période 1990-2009 a fluctué autour de 1,7 million de tonnes. La tendance générale des captures est orientée à la hausse depuis 1994 malgré des fluctuations en 1999, 2002 et 2006 (Figure 1.6.1a).

Dans la sous-région, la sardine (*Sardina pilchardus*) dominait le total des captures des principales espèces de petits pélagiques et représentait environ 38 pour cent de l'ensemble des prises en 2009. On a observé une augmentation de l'ordre de 20 pour cent des captures de cette espèce qui sont passées de 770 000 tonnes en 2008 à 920 000 tonnes en 2009 (Figure 1.6.1a).

Sardinella spp. représentait environ 26 pour cent des captures de petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale en 2009: 21 pour cent de sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) et 5 pour cent de sardinelle plate (*Sardinella maderensis*). La sardinelle ronde est la deuxième espèce la plus importante dans les prises. Les captures totales de sardinelle ronde ont fluctué au cours des cinq dernières années autour d'un niveau moyen de 475 000 tonnes (Figure 1.6.1a). Les captures de sardinelle plate étaient en 2009 de 113 000 tonnes. Ces cinq dernières années, la moyenne des captures de cette espèce a été de 124 000 tonnes.

Le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*) est la plus importante des espèces de chinchard et représentait environ 14 pour cent (environ 347 000 tonnes) des captures totales de petits pélagiques en 2009. La moyenne annuelle des captures de cette espèce au cours des cinq dernières années a été estimée à 308 000 tonnes. Ses captures ont fluctué au cours de la série chronologique avec une tendance générale orientée à la hausse les dernières années. Environ 120 000 tonnes de chinchard d'Europe (*Trachurus trachurus*) ont été débarquées en 2009. Cette valeur représente 5 pour cent des principales espèces de petits pélagiques en 2009. La moyenne des débarquements du chinchard d'Europe au cours des cinq dernières années a été estimée à 107 000 tonnes. Pour la troisième espèce de ce groupe, le chinchard jaune (*Caranx rhonchus*), on a observé une augmentation des captures totales entre 2008 et 2009, de 30 000 tonnes environ à 46 000 tonnes.

En ce qui concerne les captures de maquereau (*Scomber japonicus*), on a observé une tendance générale orientée à la hausse au cours des cinq dernières années. Celles-ci sont passées de 180 000 tonnes en 2003 à une valeur estimée à 245 000 tonnes en 2009, année des captures les plus élevées de la série chronologique. Les captures moyennes sont estimées à environ 231 000 tonnes au cours de cette période.

Les captures totales d'anchois (*Engraulis encrasicolus*) étaient plus ou moins de 122 000 tonnes en 2009, ce qui représente une baisse d'environ 5 pour cent par rapport à 2008 (Figure 1.6.1a). Au cours des cinq dernières années, on a enregistré une capture moyenne de 116 000 tonnes d'anchois.

Les captures d'ethmalose (*Etmalosa fimbriata*) représentaient en 2009 environ 1 pour cent du total des captures de petits pélagiques dans la sous-région. Elles s'élevaient à un total de 21 000 tonnes, stable par rapport à celui de 2008. On a enregistré une capture moyenne de 24 000 tonnes d'ethmalose au cours des cinq dernières années et on a observé au cours de cette période une tendance générale orientée à la baisse.

Maroc

Au Maroc, la sardine (*S. pilchardus*) est l'espèce dominante parmi les petits pélagiques. En 2009, elle représentait environ 67 pour cent des captures totales de ces espèces. Entre 2001 et 2004, on a observé une diminution progressive des captures, qui sont alors passées de 770 000 tonnes à 640 000 tonnes avant une augmentation à 700 000 tonnes en 2005 et une légère baisse en 2006 (620 000 tonnes) et 2007 (570 000 tonnes) puis une nouvelle hausse de l'ordre de 19 pour cent en 2009 (Figure 1.6.1b). La capture moyenne de sardine au cours des cinq dernières années (2005-2009) était d'environ 678 000 tonnes.

La deuxième espèce la plus importante dans les débarquements au Maroc en 2009 était le maquereau (*S. japonicus*) avec des captures totales d'environ 194 000 tonnes qui représentaient à peu près 16 pour cent des prises de petits pélagiques. Le chinchard d'Europe (*T. trachurus*) et le chinchard du Cunène (*T. trecae*) occupaient la troisième place et représentaient chacun environ 6 pour cent de ces captures en 2009 devant la sardinelle ronde (*S. aurita*) qui en représentait environ 4 pour cent. Depuis la fin des années 1990, les captures de sardinelle ronde (*S. aurita*) ont fluctué avec une augmentation du total des captures qui est passé de 1 400 tonnes en 2004 à 43 000 tonnes en 2009.

Les captures d'anchois (*E. encrasicolus*) ont augmenté et sont passées de 10 000 tonnes environ en 2006 à 17 000 tonnes en 2009, chiffre qui représente environ 2 pour cent des prises totales de petits pélagiques.

Mauritanie

En Mauritanie, les captures des principales espèces de petits pélagiques ont beaucoup fluctué d'une année sur l'autre entre 1990 et 2009, avec une tendance générale orientée à la hausse de 1994 à 2003, suivie d'une baisse en 2003 et 2004 puis d'une augmentation en 2006 et 2007. Cette année-là, les captures des principales espèces de petits pélagiques étaient les plus importantes de la série (895 000 tonnes). Elles ont baissé d'environ 2 pour cent en 2009 (Figure 1.6.1c).

En 2009, le chinchard du Cunène (*T. trecae*) et la sardinelle ronde (*S. aurita*) dominaient dans les captures des principales espèces de petits pélagiques en Mauritanie. Les captures totales de *S. aurita* étaient en 2009 d'environ 151 000 tonnes (environ 29 pour cent des petits pélagiques) et celles de *T. trecae* de 293 000 tonnes (environ 33 pour cent). Pour la sardinelle ronde, il faut souligner que les captures 2009 ont baissé de 15 pour cent par rapport à celles de 2008.

Avec des prises s'élevant à environ 95 000 tonnes en 2009, l'anchois (*E. encrasicolus*) représentait environ 12 pour cent du total des captures de petits pélagiques en Mauritanie, ce qui constitue une baisse de l'ordre de 4 pour cent par rapport à 2008. Cette espèce est suivie du maquereau (*S. japonicus*) avec environ 46 000 tonnes qui représentaient 5 pour cent des captures (Figure 1.6.1c).

Sénégal

Au Sénégal, les captures totales des principales espèces de petits pélagiques présentent des fluctuations entre 1990 et 2009. Ces captures sont dominées par les deux espèces de sardinelle qui constituent environ 93 pour cent des captures totales de petits pélagiques en 2009. Les prises de ces espèces ont diminué pour passer d'environ 316 000 tonnes en 2005 à plus ou moins 242 000 tonnes en 2006. Pour 2009, on a estimé les captures totales à 345 000 tonnes. La moyenne des captures de *Sardinella* spp. au cours des cinq dernières années (2005-2009) est d'environ 310 000 tonnes (Figure 1.6.1d). Le chiffre particulièrement élevé de l'année 2009 est notamment dû à l'augmentation des captures réalisées par les pêcheurs sénégalais en Mauritanie qui débarquent leurs prises à Saint-Louis.

Par rapport aux premières années de la série, les captures de sardine (*S. pilchardus*) sont devenues importantes à partir de 2005. Elles représentaient 4 pour cent des captures de petits pélagiques en 2007 (12 000 tonnes). Elles ont cependant chuté de 68 pour cent en 2008.

Les captures d'ethmalose (*E. fimbriata*) sont orientées à la baisse ces dernières années. Elles sont passées de 13 000 tonnes en 2003 à moins de 6 000 tonnes en 2006. En 2009, elles représentaient environ 2 pour cent des captures totales de petits pélagiques avec des prises totales estimées à environ 6 000 tonnes.

Le chinchard d'Europe et le maquereau sont capturés comme espèces accessoires dans les pêcheries sénégalaises, ce qui explique que l'on enregistre des captures très faibles de ces espèces.

La Gambie

L'ethmalose (*E. fimbriata*) est la principale espèce ciblée en Gambie. Elle domine les captures de petits pélagiques dans ce pays et constituait environ 58 pour cent de celles-ci en 2009 (21 000 tonnes), en baisse de l'ordre de 1 pour cent par rapport à 2008. Même si l'on observe des fluctuations dans les prises d'ethmalose, la tendance est orientée à la hausse sur l'ensemble de la période 1990-2003, avec des pics entre 1996 et 1998 ainsi qu'en 2003. Les captures ont baissé en 2004 à environ 16 000 tonnes avant de remonter à 20 000 tonnes en 2005. Elles ont de nouveau baissé en 2006 à 13 000 tonnes (Figure 1.6.1e). La moyenne des captures d'ethmalose au cours des cinq dernières années est d'environ 24 000 tonnes.

Jusqu'à récemment, les captures de sardinelles et d'autres espèces de petits pélagiques étaient considérées comme accessoires en Gambie où il n'y avait pas de pêche les ciblant. Des senneurs artisanaux ont cependant commencé à cibler les sardinelles dans les eaux gambiennes, ce qui a entraîné une augmentation des captures des deux espèces de sardine (*S. maderensis* et *S. aurita*) qui ont ainsi représenté environ 38 pour cent des captures totales de petits pélagiques en 2009 en Gambie. La moyenne des captures de *Sardinella* spp. s'élève au cours des cinq dernières années à environ 13 000 tonnes. En 2009, *S. maderensis* était l'espèce la plus importante et représentait environ 25 pour cent de la capture totale en Gambie.

1.7 Vue d'ensemble des campagnes acoustiques régionales

1.7.1 Campagnes acoustiques

Le navire de recherche norvégien DR. FRIDTJOF NANSEN a prospecté la région durant la période 1995-2006. Il a mené des campagnes acoustiques chaque année d'octobre à décembre. Pendant la période 2001-2003, ce navire a en outre mené des campagnes acoustiques couvrant la même zone de mai à juillet. Avant 1995, quelques prospections occasionnelles ont été réalisées. De 2004 à 2006, des campagnes d'intercalibration et parallèles ont été effectuées entre le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et les navires de recherche nationaux AL AMIR, AL AWAM et ITAF DEME. En 2007 et 2008, ces navires de recherche nationaux ont réalisé une campagne régionale coordonnée d'octobre à décembre. Il faut souligner que la Gambie n'a pas été couverte pendant la campagne 2008. En 2009, la campagne régionale coordonnée a été menée sans la participation du navire de recherche sénégalais ITAF DEME. Elle n'a donc pu couvrir que partiellement la sous-région et on a réalisé des estimations pour le Sénégal et la Gambie. Ces estimations sont expliquées ci-après.

L'objectif de ces campagnes était de cartographier la distribution et d'estimer l'abondance des principaux stocks de petits pélagiques: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinelles (*Sardinella aurita* et *S. maderensis*), chinchards (*Trachurus trachurus* et *T. trecae*), maquereau (*Scomber japonicus*) et anchois (*Engraulis encrasicolus*). La distribution des autres ressources pélagiques (autres carangidés) a aussi été cartographiée et leur abondance a été estimée. Les estimations d'abondance issues des campagnes sont présentées en nombre d'individus et en biomasse par classe de taille.

Les estimations 2007, 2008 et 2009 de la biomasse provenant des navires nationaux ont été converties en équivalents Nansen en utilisant les facteurs de conversion présentés dans le Tableau 1.7.1. Le Groupe de travail a décidé d'utiliser les facteurs de conversion obtenus à partir de la dernière intercalibration qui était considérée comme étant la plus fiable (en 2005 dans le cas du N/R ITAF DEME et du N/R AL AWAM, en 2006 pour le N/R AL AMIR). Dans le cas du N/R ITAF DEME, on a décidé lors de la réunion 2009 du Groupe de travail de convertir la biomasse estimée de sardine en

utilisant le facteur de conversion relatif à *Sardinella* spp. car ce navire a utilisé une méthode différente d'allocation pendant les campagnes parallèles. Les estimations 2007 et 2008 des deux espèces de sardinelle ont donc été recalculées. Une extrapolation a en outre été réalisée pour prendre en compte la Gambie en 2008. Ce facteur se basait sur la proportion moyenne de *Sardinella* spp. en Gambie lors des campagnes couvrant le Sénégal et la Gambie en 2005 et 2007 (facteur global).

La biomasse estimée de *Sardinella* spp. et de *Trachurus trecae* au Sénégal et en Gambie en 2009 a été estimée à l'aide d'une analyse statistique prenant en compte trois variables:

- la biomasse estimée dans les séries chronologiques dans la zone au nord du Sénégal (Saint-Louis – Cap Cantin) entre 1995 et 2009;
- les séries chronologiques de la capture annuelle au Sénégal et en Gambie;
- un facteur environnemental relatif au Sénégal et à la Gambie calculé annuellement pour cette période. Le paramètre environnemental utilisé était un indice d'upwelling préparé par les scientifiques de l'Institut national de recherche halieutique (INRH) à l'aide de cartes satellites des températures de la surface de la mer (SST).

Un modèle linéaire à paramètres multiples a ensuite été appliqué aux différentes variables couvrant la période 1995-2008 afin d'estimer la biomasse au Sénégal et en Gambie en 2009.

Les calculs sont présentés dans l'Annexe III.

La Figure 1.7.1a présente les estimations d'abondance de toutes les espèces ciblées au cours des campagnes d'octobre à décembre. La Figure 1.7.1b fournit ces estimations pour les espèces cibles autres que la sardine.

Pour *S. pilchardus*, une augmentation de la biomasse estimée a été observée au cours de la période 1997-2005 (d'environ 1 million de tonnes en 1997 à un record d'environ 8 millions de tonnes en 2005). En 2006, la biomasse estimée a chuté à 3,6 millions de tonnes. Des lésions ont été observées sur les poissons au cours des campagnes menées en 2005 et en 2006, en particulier sur les individus les plus grands. L'estimation pour 2007 indiquait une augmentation de la biomasse à 5,9 millions de tonnes suivie d'une baisse à 4,4 millions de tonnes en 2008. En 2009, la biomasse a augmenté à 5 millions de tonnes.

Pour *S. aurita*, la tendance générale était orientée à la baisse de 1999 à 2007 dans les estimations acoustiques (de 2,1 millions de tonnes en 1999 à environ 1 million de tonnes en 2007). En 2008, une biomasse en augmentation et de l'ordre de 2 millions de tonnes a cependant été estimée. Cette hausse a été confirmée en 2009 avec une biomasse estimée à 2,86 millions de tonnes, la valeur la plus élevée de la série chronologique. Pour *S. maderensis*, la biomasse estimée a fluctué autour d'une moyenne de 1,2 million de tonnes au cours de la période 1995-2002. Par la suite, on a observé une tendance orientée à la hausse jusqu'en 2004 quand une biomasse estimée à 2,5 millions de tonnes a été enregistrée. Cette estimation est la plus élevée de toute la série. En 2005, l'estimation de la biomasse de *S. maderensis* a baissé à 1,3 million de tonnes avant de remonter en 2006 à 2 millions de tonnes. L'estimation de la biomasse pour 2007 est du même ordre que celle de 2006. Elle a ensuite baissé en 2008 à seulement 550 000 tonnes, la valeur la plus faible de toute la série. Il faut souligner que l'on a observé une inversion du niveau de biomasse entre les deux espèces de sardinelles en 2008. En 2009, la biomasse estimée de *S. maderensis* a augmenté à 1,67 million de tonnes.

L'abondance des principales espèces de chinchards (*Trachurus trecae* et *T. trachurus*) a fluctué au cours de la période. Le chinchard du Cunène (*T. trecae*) est l'espèce dominante dans les estimations acoustiques. Entre 1996 et 1999, son abondance a été estimée entre 600 000 et 800 000 tonnes. Un pic a été observé en 2000 avec une valeur de 1,8 million de tonnes. Il a été suivi d'une période de faibles biomasses estimées par les campagnes acoustiques (entre 350 000 et 600 000 tonnes entre 2001 et 2003). On a ensuite observé des fluctuations avec des pics à 1,2 million de tonnes en 2005 et 990 000 tonnes en 2007. En 2008, la biomasse de *T. trecae* a baissé à environ 700 000 tonnes, ce qui représentait une baisse de l'ordre de 29 pour cent par rapport à 2007. L'abondance de l'autre espèce

principale de chinchard, *T. trachurus*, présente quant à elle un accroissement de la biomasse de 2001 à 2003, année où elle était estimée à 320 000 tonnes. Elle a ensuite baissé à 40 000 tonnes en 2006, l'estimation la plus basse depuis le début de la série chronologique. En 2007, la biomasse estimée de cette espèce a augmenté à 450 000 tonnes avant de baisser à 330 000 tonnes en 2008 et plus encore en 2009 à 130 000 tonnes.

Pour le maquereau (*Scomber japonicus*), la biomasse estimée présente également des fluctuations au cours de la période. De 2000 à 2003, on a observé une tendance orientée à la hausse. La biomasse estimée est alors passée d'un niveau plutôt faible de 100 000 tonnes en 2000 à 550 000 tonnes en 2003. Elle s'élevait à 505 000 tonnes en 2004 et à 239 000 tonnes en 2005, année où la campagne n'a cependant pas couvert l'ensemble de la région. De 2005 à 2009, on a observé une tendance orientée à la hausse et les biomasses estimées des trois dernières années sont les plus élevées de la série chronologique, respectivement à 610 000, 613 000 et 760 000 tonnes en 2007, 2008 et 2009.

La biomasse estimée de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) présente elle aussi des fluctuations au cours de la période. Après la chute observée entre 2000 et 2001, de 240 000 tonnes à 20 000 tonnes, on observe une tendance générale orientée à la hausse de 2001 à 2007. Estimée à 186 000 tonnes en 2007, la biomasse d'anchois a baissé à 126 000 tonnes en 2008 et à 50 000 tonnes seulement en 2009.

Le détail des estimations de biomasse estimée des différentes espèces est fourni dans les chapitres consacrés à ces dernières.

D'autres campagnes ont été menées dans différentes parties de la sous-région depuis la dernière réunion du Groupe de travail. Il s'agit de campagnes acoustiques et de recrutement effectuées par les navires de recherche russes ATLANTIDA et ATLANTNIRO, respectivement en juillet-août 2009 et novembre 2009-janvier 2010, ainsi que de campagnes acoustiques nationales réalisées par d'autres navires de recherche nationaux (N/R). Les résultats de ces campagnes sont décrits dans les différents chapitres consacrés aux espèces étudiées.

1.7.2 Campagnes de recrutement

De 2003 à 2009, huit campagnes destinées à l'étude du recrutement des petits pélagiques ont été menées au cours de l'hiver dans la zone comprise entre Safi, au nord (16°N), et Saint-Louis, au sud (32°N), par le N/R ATLANTIDA ou le N/R ATLANTNIRO. Les zones présentant la distribution la plus dense des principales espèces ciblées (sardine, maquereau et carangidés) étaient approximativement localisées dans le même secteur. Les indices les plus stables en termes de coefficients de variabilité ont été trouvés pour *Trachurus trecae* et *Scomber japonicus*. La meilleure consistance interannuelle entre le groupe 0 et celui âgé d'un an l'année suivante a été obtenue pour ces deux espèces même si la pêche (ciblée ou en tant que prise accessoire) sur le groupe 0 «brouille» parfois ces relations.

Les différences observées entre les campagnes sont plus fortes quand celles-ci sont menées en janvier car novembre-décembre est la meilleure période.

L'évaluation des sardinelles n'était pas l'objectif de ces campagnes car celles-ci ne couvraient que partiellement la zone de distribution des juvéniles de *Sardinella* spp. qui est à la fois littorale et plus au sud. Malgré cela, les indices obtenus pour les sardinelles fournissent dans certains cas des informations sur leur rendement. La cohorte 2005 est ainsi un bon exemple de la possibilité de prévoir le développement du stock à partir de l'information relative au recrutement. Cette classe d'âge était clairement exprimée par l'indice du groupe 0 un an avant que l'on observe le pic du groupe de poissons d'un an dans la distribution des tailles des prises commerciales. L'indice de la campagne 2006 a ainsi confirmé la présence d'une importante classe de poissons âgés d'un an.

1.8 Qualité des données et méthodes d'évaluation

Pour l'analyse des données, le Groupe de travail a pour objectif d'appliquer sur le long terme des méthodes d'évaluation analytique fondées sur l'âge à tous les stocks des principales espèces de petits pélagiques.

La qualité des séries de données ventilées par âge peut être contrôlée par des méthodes simples comme la corrélation entre le nombre de poissons dans les captures à un certain âge et le nombre correspondant de la même classe d'âge l'année suivante (le nombre d'âge 0 par rapport au nombre de la classe d'âge qui lui correspond à l'âge 1, et ainsi de suite pour tous les groupes d'âge). Si les séries de données sont cohérentes, le coefficient de corrélation (r) est élevé. Des ensembles de données présentant de faibles coefficients de corrélation ne doivent pas être adoptés dans les analyses. Si les données sont de mauvaise qualité, il faut utiliser des méthodes telles que les modèles de production excédentaire ou des modèles basés sur la taille qui ne dépendent pas des données de capture ventilées par âge. Il faut souligner que dans certaines situations, les modèles de production excédentaire peuvent fournir une information plus utile que les méthodes basées sur l'âge et ne devraient donc pas être abandonnées même si une information de bonne qualité relative à l'âge est disponible.

Les modèles de production excédentaire exigent aussi des données de très bonne qualité si l'on veut obtenir des résultats utiles. Ces données doivent être au minimum des estimations annuelles (trimestrielles si possible) de la capture totale par stock et un indice fiable de l'abondance de ce dernier. En général, le Groupe de travail a privilégié l'utilisation des estimations d'abondance obtenues à partir des campagnes acoustiques dont la fiabilité doit être vérifiée avec soin. Pour ces données, on se base cependant davantage sur une analyse générale des caractéristiques des campagnes, sur la distribution estimée des poissons (géographique et par classes de taille) et sur la cohérence globale des séries chronologiques que sur un simple indice statistique. Il est dès lors plus difficile de juger l'adéquation de chaque série chronologique.

1.9 Méthodologie et logiciel

De façon à rester cohérent avec les méthodes utilisées au cours des dernières années, le principal modèle utilisé par le Groupe de travail a été la version dynamique du modèle de Schaefer (1954). Pour évaluer l'état actuel des stocks et estimer les paramètres du modèle, une feuille de calcul Excel a été utilisée pour l'exécution d'une version dynamique de celui-ci avec un estimateur d'erreur (Haddon, 2001). Le modèle a été adapté aux données en utilisant la fonction d'optimisation non linéaire incorporée dans Excel, solver (Annexe II).

Pour l'anchois, l'analyse des cohortes de taille (Jones, 1984) a été appliquée aux stocks de façon à estimer le niveau-F actuel et le modèle d'exploitation relatif aux dernières années. Une analyse du rendement par recrue basée sur la taille a ensuite été réalisée pour estimer les points de référence biologique F_{Max} et $F_{0.1}$. L'analyse des cohortes de taille et l'analyse du rendement par recrue ont été réalisées sur des feuilles de calcul Excel.

Pour le stock de maquereau, des données de capture par âge de la flottille russe couvrant la majorité des prises communiquées étaient disponibles. Les résultats de ces analyses de corrélation dans les cohortes ont été considérés meilleurs que ceux des années précédentes pour ce stock et le Groupe de travail a décidé d'appliquer à ce dernier les méthodes basées sur l'âge XSA (Shepherd, 1999) et ICA (Patterson et Melvin, 1995).

Projections

Des projections à moyen terme des rendements et des développements du stock ont été réalisées pour tous les stocks en utilisant le modèle de Schaefer ajusté aux données historiques avec une feuille de calcul (Annexe II).

Etant donné la nature variable des stocks de petits pélagiques, il a été décidé d'utiliser des projections sur cinq ans.

Toutes les projections ont comme point de départ l'état estimé du stock grâce aux dernières données disponibles. On a alors défini des stratégies d'aménagement pour le futur selon les changements dans la mortalité par pêche et/ou les captures par rapport aux estimations de la dernière année de données disponibles.

Pour chaque stock, deux scénarios ont été pris en compte. Le premier est le status quo qui considère les rendements futurs et le développement du stock au cas où la mortalité par pêche demeure au niveau actuel. Le deuxième scénario prend en compte une réduction ou une augmentation de l'effort de pêche selon l'espèce analysée.

Points de référence pour les recommandations d'aménagement

Le Groupe de travail 2010 a décidé de continuer à utiliser les Points de référence biologique (BRP) adoptés lors des réunions précédentes. Les indices B/B_{MSY} et F/F_{MSY} ont été utilisés comme Points de référence limites alors que les indices $B/B_{0.1}$ et $F/F_{0.1}$ ont été choisis comme Points de référence cibles. Une explication détaillée de ces points de référence et de leur utilisation dans la gestion des pêcheries est fournie dans le Rapport du Groupe de travail 2006 (FAO, 2006b).

1.10 Lecture d'âge

Aucune initiative régionale de lecture d'âge n'a été communiquée au Groupe de travail.

1.11 Groupe de planification des campagnes acoustiques

La huitième réunion du Groupe de planification pour la coordination des campagnes acoustiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est réunie à Dakar, Sénégal, les 30 et 31 octobre 2009. Son objectif général était d'organiser la coordination des campagnes acoustiques dans la région, notamment l'intercalibration des navires de recherche. Ce devait aussi être un forum pour débattre des principales questions relatives aux campagnes acoustiques, par exemple l'uniformisation des méthodes, la recherche acoustique et la formation.

Le Groupe de planification a émis les recommandations ci-après:

- Le Groupe de planification a de nouveau recommandé que les pays situés dans la région de l'Afrique nord-occidentale coordonnent leurs efforts de campagne de façon à réaliser deux campagnes acoustiques régionales par an. Au cas où il ne serait pas possible de mener deux couvertures complètes la même année, la priorité devrait être accordée à la campagne réalisée en octobre-décembre. Le Maroc et la Mauritanie doivent réaliser une campagne en juin-juillet 2010 et le Sénégal est expressément invité à envisager la possibilité de déplacer la campagne de mars en juillet.
- Des mécanismes de financement plus durables doivent être trouvés au Sénégal afin de garantir la réalisation des campagnes nationales.
- La Gambie a trouvé une solution temporaire pour soutenir la campagne pélagique coordonnée couvrant ses eaux en 2009. On recommande à la Gambie de lancer dès à présent une planification qui garantira le financement des campagnes futures.
- Un atelier permettant d'analyser les résultats de la campagne acoustique régionale 2009 à partir des navires de recherche locaux devrait se tenir à Banjul, la Gambie, en mars 2010. Cet atelier devrait permettre de réaliser une analyse commune des résultats à soumettre au Groupe de travail sur les petits pélagiques. Le cadre de référence de cet atelier devrait être revu et approuvé prochainement.

- Il est recommandé d'achever le travail initié à Nouakchott en 2009 avec l'assistance d'un statisticien de façon à élaborer un rapport commun final des activités des campagnes parallèles et d'intercalibration. Un atelier final devrait être organisé juste après celui d'analyse des données des campagnes. Le cadre de référence de cet atelier sera préparé en collaboration avec le statisticien.
- Le Groupe de planification souligne de nouveau l'importance d'une base de données sous-régionale relative aux campagnes pélagiques utilisant le nouveau Nan-Sis. Les différentes options possibles devraient notamment analyser un système basé sur le recours à Internet. Une formation sur ce nouveau Nan-Sis est nécessaire.
- Les pays devraient renforcer l'harmonisation de leurs procédures d'échantillonnage biologique pendant les campagnes (contenus de l'estomac, âge, etc.).
- Le Groupe de planification encourage les pays à collecter de nouveaux paramètres relatifs à l'écosystème pendant les campagnes pélagiques (par ex. le plancton, les paramètres environnementaux, etc.) et suggère qu'un programme et des plans d'échantillonnage soient développés en collaboration avec les projets EAF-Nansen et CCLME ainsi qu'avec d'autres partenaires.
- La formation des opérateurs quant au fonctionnement et à l'entretien des équipements pour les campagnes reste une priorité dans la sous-région et de futures possibilités de formations devraient être envisagées.
- Le Groupe de planification a de nouveau recommandé que tous les rapports du Groupe de planification et des ateliers qui lui sont liés soient établis. Il a en outre suggéré qu'un compte-rendu du travail mené, avec des propositions au sujet de ce qui doit être entrepris dans le futur, soit présenté au Groupe de travail sur les petits pélagiques.

On a remarqué que de nombreuses recommandations de l'an passé n'ont pas encore été mises en œuvre. La campagne coordonnée utilisant les navires nationaux en octobre-décembre 2009 n'a été que partiellement réalisée car le N/R ITAF DEME n'a pas couvert la Gambie et le Sénégal en raison de problèmes financiers. Des intercalibrations ont cependant été effectuées entre les autres navires comme cela avait été planifié et aucun problème majeur n'est apparu pendant la campagne.

L'atelier planifié pour analyser les résultats de la campagne coordonnée 2009 comprenant l'analyse statistique des résultats des campagnes parallèles et des intercalibrations n'a pas pu être organisé pour plusieurs raisons. Un travail a cependant été entrepris sous la forme d'échanges de courriels afin de poursuivre la nouvelle analyse des données de base et le nettoyage des bases de données comme cela avait été recommandé lors de la réunion 2009. Le travail visant à faire avancer l'analyse des données utilisées pour convertir les estimations des navires nationaux en équivalents Nansen n'a pas été achevé et le Groupe de travail a continué d'utiliser les mêmes intercalibrations entre les navires nationaux et le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN comme cela avait été décidé lors de la réunion 2009 (voir section 1.7).

Une analyse commune des résultats de la campagne 2009 du N/R AL AWAM et du N/R AL AMIR a été présentée au Groupe de travail en tant que méthode permettant d'estimer la biomasse au Sénégal et en Gambie, pays non couverts par la campagne coordonnée en 2010.

Le Groupe de travail sur les petits pélagiques a apprécié le travail effectué par le Groupe de planification et les efforts fournis par ce dernier pour produire une analyse commune de la campagne 2009 et une mise à jour des indices de biomasse. On a toutefois fortement regretté la non participation du N/R ITAF DEME à la campagne régionale 2009 et l'absence de couverture des eaux sénégalaises et gambiennes qui en a résulté. Le Groupe de travail a souligné l'importance des séries acoustiques pour l'évaluation et les conséquences possibles de cette couverture partielle sur les résultats des

estimations. Le Groupe de planification est dès lors expressément invité à achever la nouvelle analyse des différentes intercalibrations en 2010 et à poursuivre son travail de façon à garantir la présentation d'un rapport commun au sujet des campagnes coordonnées au Groupe de travail avant la prochaine réunion annuelle.

2. SARDINE

2.1 Identité du stock

Les stocks de sardine (*Sardina pilchardus*) retenus sont les mêmes que ceux utilisés lors des précédents groupes de travail: le stock Nord (35° 45'–32°N), le stock Central A+B (32°N–26°N) et le stock Sud C (26°N – extension sud de la distribution de l'espèce) (Figure 2.1.1).

2.2 Les pêcheries

Captures totales

Les captures de la sardine par flottille et par pays sont présentées dans le Tableau 2.2.1a. Les captures totales pour l'ensemble de la région sont représentées sur la Figure 2.2.1a.

La sardine est exploitée dans la région de l'Afrique nord-occidentale par des flottilles nationales et des flottilles étrangères qui opèrent dans le cadre d'accords de pêche ou d'affrètements. La capture de sardine a connu une nette augmentation ces deux dernières années passant d'environ 670 000 tonnes en 2007 à près de 768 000 tonnes en 2008 et 927 000 tonnes en 2009, ce qui correspond à une augmentation de l'ordre de 21 pour cent par rapport à 2008 et de 38 pour cent par rapport à 2007 (Figure 2.2.1a). Environ 88 pour cent des captures sont enregistrées au nord du Cap Blanc et 11 pour cent au sud du Cap Blanc. La capture au sud de Saint-Louis n'a représenté qu'environ 1 pour cent de la capture totale.

La capture de sardine dans la zone Atlantique marocaine a augmenté de 19 pour cent pour passer de près de 680 000 tonnes en 2008 à plus de 811 000 tonnes en 2009. La sardine (*Sardina pilchardus*) constitue 67 pour cent de la capture totale de petits pélagiques avec 72 pour cent des prélèvements de cette espèce enregistrés dans la zone B et près de 25 pour cent dans la zone C. Les captures réalisées dans la zone Nord comme celles effectuées dans la zone A représentent moins de 2 pour cent de la capture totale.

Au niveau de la zone Nord et de la zone A, on a remarqué en 2009 une baisse de la capture de sardine alors que cette dernière a connu une augmentation de presque 32 pour cent par rapport à 2008 dans la zone B pour passer d'une capture de près de 446 000 tonnes à une capture d'environ 589 000 tonnes. En ce qui concerne la zone C, la capture totale de sardine a connu une légère augmentation en 2009 par rapport à 2008, de l'ordre de 6 pour cent, passant d'une capture de près de 193 000 tonnes à une capture d'environ 205 000 tonnes. La flottille marocaine et les navires affrétés par les opérateurs marocains ont réalisé 80 pour cent de cette capture, la flottille russe 6 pour cent et la flotte de l'Union européenne 8 pour cent.

Au niveau de la zone mauritanienne, la capture totale de sardine a augmenté de près de 29 pour cent pour passer d'une capture de l'ordre de 81 000 tonnes en 2008 à une capture d'environ 104 000 tonnes en 2009. Il faut signaler que la capture de sardine communiquée par la partie mauritanienne a été réactualisée pour l'année 2008.

Au Sénégal, les sardines débarquées par la flottille sénégalaise ont fortement augmenté en 2009 avec une hausse des captures de près de 87 pour cent par rapport à 2008. Elles sont ainsi passées de 4 030 tonnes à environ 7 500 tonnes, dont 84 pour cent réalisées par la flottille artisanale et 16 pour cent par la flottille industrielle composée de petits senneurs locaux de faible tonnage appelés communément «sardiniers dakarois».

Effort de pêche

L'effort de pêche par flottille et par pays est présenté dans le Tableau 2.2.1b.

Au Maroc, la pêche à la sardine est réalisée par une flotte hétérogène composée de trois grands types de moyens de production opérant sous différents régimes (licences de pêche pour les navires nationaux et accords de pêche ou affrètement pour les flottilles étrangères). Cette flotte, composée de senneurs côtiers traditionnels, de navires modernes équipés de moyens de conservation (type RSW) et de chalutiers pélagiques congélateurs, pêche également d'autres espèces pélagiques (ciblées ou considérées comme des prises accessoires).

Dans la zone A+B, la sardine est exploitée exclusivement par les senneurs marocains côtiers traditionnels. En terme de sorties avec apport de sardine, l'effort de pêche a baissé dans la zone A, passant de plus de 6 200 sorties en 2008 à moins de 3 440 sorties en 2009 et a augmenté dans la zone B avec 26 900 sorties en 2009 (près de 24 000 en 2008).

Dans la zone C, l'effort de pêche réalisé par les senneurs marocains a légèrement augmenté par rapport à 2008. Celui des chalutiers pélagiques russes et européens a lui aussi augmenté entre 2008 et 2009, passant de près de 770 jours de pêche à 1 110 jours de pêche pour les premiers et de 290 jours de pêche à plus de 440 jours de pêche pour les seconds. L'effort des navires RSW marocains et affrétés (chalutiers pélagiques ukrainiens et autres) a quant à lui baissé en nombre de jours de pêche en mer.

Au niveau de la zone mauritanienne, l'effort de pêche a augmenté en 2009 pour l'ensemble des flottilles par rapport à celui de 2008. Dans la zone sénégalaise, la pêche de la sardine n'est pratiquée qu'accessoirement aussi bien par la flottille industrielle qu'artisanale.

2.3 Indices d'abondance

2.3.1 Capture par unité d'effort

Au Maroc, les CPUE de la zone A+B présentent des fluctuations d'une année sur l'autre. Au cours des années 2000, elles ont fluctué autour d'une moyenne de 20 tonnes par sortie avec une tendance orientée à la baisse entre 2003 et 2007 suivie d'une augmentation en 2009 avec une CPUE de l'ordre de 20 tonnes par sortie (Figure 2.3.1a). Dans la zone C, la capture par jour de pêche pour les chalutiers russes a baissé ces deux dernières années, passant de 32 tonnes par jour en 2007 à 14 tonnes par jour en 2008 et 11 tonnes par jour en 2009. En ce qui concerne les chalutiers ukrainiens, on a par contre remarqué une nette augmentation en 2009 par rapport à 2007 et 2008.

Les rendements de la flottille européenne dans la zone mauritanienne ont augmenté pour passer de 6 tonnes par jour en 2008 à 7 tonnes par jour en 2009 (Figure 2.3.1b).

2.3.2 Campagnes acoustiques

Campagnes régionales coordonnées

En 2009, l'abondance de la sardine a été estimée au cours de la campagne régionale coordonnée entre les bateaux nationaux de recherche de la région: le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH au Maroc et le N/R AL AWAM en Mauritanie. Les indices calculés ont été convertis en appliquant le coefficient d'intercalibration entre les bateaux nationaux et le navire de recherche norvégien DR. FRIDTJOF NANSEN calculé en 2006 pour le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH et en 2005 pour le N/R AL AWAM. (Tableau 1.7.1).

L'estimation de la biomasse totale de sardine en 2009 a légèrement augmenté au large de l'Afrique nord-occidentale pour passer de près de 4,5 millions de tonnes en 2008 à près de 5 millions de tonnes en 2009 dont 73 pour cent enregistrés dans la zone Cap Boujdour – Cap Blanc, 24 pour cent dans la zone Cap Cantin – Cap Boujdour (zone A+B) et moins d'un pour cent au sud du Cap Blanc (Figure 2.3.2a).

Les résultats indiquent une augmentation de la biomasse de sardine dans la zone A+B et une diminution de celle-ci dans la zone C, en particulier dans la zone Cap Blanc – Cap Timiris où la biomasse est passée de près de 330 000 tonnes en 2008 à environ 24 000 tonnes en 2009.

Campagnes nationales

N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

En 2009, le navire de recherche marocain AL AMIR MOULAY ABDALLAH a effectué quatre campagnes acoustiques entre le Cap Cantin et le Cap Blanc (deux au mois de juillet, entre le Cap Cantin et le Cap Boujdour puis entre le Cap Boujdour et le Cap Blanc, et deux au mois de novembre, entre le Cap Cantin et le Cap Boujdour puis entre le Cap Boujdour et le Cap Blanc). Les biomasses de sardine estimées lors de ces campagnes sont résumées dans le Tableau 2.3.2.c. La zone située au nord, entre le Cap Cantin et le Cap Spartel, n'a pas été couverte cette année.

Au cours de la campagne de novembre 2009, la biomasse de sardine du stock A+B (Cap Cantin – Cap Boujdour) a été estimée à 1 107 000 tonnes, ce qui correspond à une augmentation de 62 pour cent par rapport à la même période de l'année précédente (608 000 tonnes). Dans cette zone, les poissons se caractérisent par une structure unimodale avec un mode à 15 cm. Entre le Cap Boujdour et le Cap Blanc (zone Sud), la biomasse de sardine a été estimée à près de 3 360 000 tonnes, ce qui constitue une légère diminution par rapport au niveau de l'année 2008.

L'augmentation de la biomasse de sardine dans le stock A+B et sa diminution dans la zone Sud (Cap Boujdour–Cap Blanc) en novembre 2009 ont également été constatées durant la campagne de juillet 2009 (Tableau 2.3.2a).

Tableau 2.3.2a: Biomasse de *Sardina pilchardus* (en tonnes) (Résultats des campagnes réalisées par le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH en 2009)

Juillet 2009		Novembre 2009	
Cap Cantin – Cap Boujdour	Cap Boujdour – Cap Blanc	Cap Cantin – Cap Boujdour	Cap Boujdour – Cap Blanc
1 307 000	2 759 000	1 107 000	3 362 000

N/R AL AWAM

En 2009, le navire de recherche AL AWAM a effectué trois campagnes acoustiques en mars, juillet et novembre. Les résultats des estimations de la biomasse de sardine au cours de ces trois campagnes sont présentés dans le Tableau 2.3.2b.

Au cours de la campagne de mars, la biomasse de sardine a été estimée à un peu plus de 615 000 tonnes entre le Cap Blanc et Saint-Louis. Lors de la seconde campagne qui s'est déroulée en juillet, la sardine n'a pas été détectée dans cette région. En novembre, sa biomasse a été estimée à 5 600 tonnes.

Tableau 2.3.2b: Biomasse de *Sardina pilchardus* (en tonnes) (Résultats des campagnes réalisées par le N/R AL AWAM en 2009)

11-22 mars 2009		3-12 juillet 2009		8-18 novembre 2009	
Cap Timiris – Saint-Louis	Cap Blanc – Cap Timiris	Cap Timiris – Saint-Louis	Cap Blanc – Cap Timiris	Cap Timiris – Saint-Louis	Cap Blanc – Cap Timiris
227 600	388 000	0	0	0	5 600

N/R ITAF DEME

Le navire de recherche sénégalais ITAF DEME n'a pas effectué de campagne acoustique en 2009.

Campagnes internationales

N/R ATLANTIDA

Une campagne acoustique couvrant la zone comprise entre Cap Cantin au nord et Saint-Louis au sud a été réalisée en décembre 2009 par le N/R ATLANTIDA.

La prospection acoustique menée par le N/R ATLANTIDA a estimé la biomasse de sardine dans la zone entre le Cap Juby et le Cap Blanc à près de 2,3 millions de tonnes. En 2008, cette biomasse était de l'ordre de 2,6 millions de tonnes.

Les campagnes de recrutement des petits pélagiques effectuées au Maroc et en Mauritanie depuis 2003 ont été poursuivies en décembre 2009. Le niveau de recrutement de la sardine (*Sardina pilchardus*) dans la zone entre le Cap Juby et le Cap Blanc a considérablement augmenté en 2009 pour les âges 0+ et 1+ (Tableau 2.3.2c). On a par contre assisté à une diminution du niveau de recrutement de ces âges dans la zone Sud.

Tableau 2.3.2c: Nombre de *S. pilchardus* en millions de recrues (âge 0+ et 1+) entre 2003 et 2009 (Résultats de la campagne de recrutement du N/R ATLANTIDA en décembre)

		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nord Cap Blanc	0+	1 187	383	131	493	307	608	2 821
	1+	3 169	2 083	307	846	598	2 149	3 027
Sud Cap Blanc	0+	2	84	15	-	146	158	13
	1+	5	41	17	-	368	1 538	4

2.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

Le programme d'échantillonnage biologique des débarquements dans les ports marocains a été maintenu en 2009. L'échantillonnage a été réalisé sur les débarquements effectués dans les principaux ports des différentes zones de pêche (zone A, zone B et zone C).

L'échantillonnage à bord des bateaux russes n'a pas couvert toute l'année au Maroc et en Mauritanie, notamment au cours du premier et du deuxième trimestre (Tableau 2.4.1).

En Mauritanie, l'échantillonnage a été réalisé à bord des bateaux européens ayant débarqué à Las Palmas avec une couverture des trois premiers trimestres de l'année. Pour la flottille ukrainienne, l'échantillonnage n'a été réalisé que durant le deuxième trimestre (Tableau 2.4.1).

Au Sénégal, l'échantillonnage a été réalisé pour la flottille artisanale.

La collecte de données biologiques pour la lecture de l'âge n'a été effectuée que par les scientifiques marocains et russes (Tableau 2.4.1).

2.5 Données biologiques

Débarquement

Les structures en tailles des sardines prélevées lors du débarquement des bateaux marocains opérant dans la zone marocaine au nord du Cap Boujdour (A+B) ont révélé la présence d'un mode principal à 19 cm et d'un mode secondaire à 24 cm (Figure 2.5.1a). Dans la zone sud du Cap Boujdour, le mode dominant des captures est à 24 cm (Figure 2.5.1a).

La structure en taille des sardines dans la zone C est établie sur la base des données marocaines et russes au nord du Cap Blanc et à partir des données européennes au sud du Cap Blanc (Figure 2.5.1b).

Les tailles des individus échantillonnés par l'Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP) et le CRODT sont mesurées au cm inférieur et non au $\frac{1}{2}$ cm comme cela a été recommandé. Les structures correspondantes n'ont donc pas été utilisées.

La clé taille-âge de la sardine pour la zone A+B a été établie sur la base des données marocaines pour l'année 2009. Elle a été utilisée pour l'estimation des compositions en âge. Pour la zone C, on a utilisé la clé taille-âge russe (Tableau 2.5.1a et b).

Les compositions en âge et les poids moyens par âge ont été actualisés pour 2009 pour les deux zones A+B et C (Tableau 2.5.2a, b, c et d). Les tailles moyennes par âge montrent des différences du taux d'accroissement d'un âge à l'autre (Tableau 2.5.2e).

Les coefficients de la relation taille-poids et les paramètres de croissance utilisés sont estimés à partir des données issues de l'échantillonnage effectué dans les ports marocains (Tableau 2.5.2f).

Campagnes scientifiques

N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

La structure en taille des sardines est marquée par un mode dominant des grands adultes dont le pic se situe à 23-24 cm et un mode secondaire de jeunes individus à environ 13 cm (Figure 2.5.2a).

N/R AL AWAM

En novembre, la biomasse a été estimée à 5 600 tonnes. Elle présentait une structure de taille unimodale avec un mode à 25 cm (Figure 2.5.2b).

2.6 Évaluation

Qualité des données

Le Groupe de travail a procédé à une exploration statistique des données de la composition en âge des captures en calculant la corrélation qui existe entre les différents groupes d'âge, c'est-à-dire entre les nombres qui correspondent aux classes de deux années successives afin de tester la qualité des données disponibles pour l'évaluation avec les modèles analytiques. On a constaté une faible corrélation entre les différentes cohortes pour le stock A+B et une légère amélioration des corrélations entre les âges avancés pour la zone C (Figures 2.6.1 et 2.6.2).

Méthode

Étant donné le manque de cohérence des données de base, l'évaluation ne peut toujours pas être conduite pour les stocks de sardine au moyen d'une méthode analytique.

Le modèle de production dynamique de Schaefer a été utilisé pour l'évaluation des niveaux d'exploitation du stock A+B (Cap Cantin – Cap Boujdour) et du stock C (Cap Boujdour – extension sud de l'espèce). Le modèle est développé sur des feuilles de calcul Excel (Annexe II). Pour l'estimation des points de référence biologiques (BRP) adoptés lors des réunions précédentes, on a utilisé les indices B_{cur}/B_{MSY} et F_{cur}/F_{MSY} comme Points de référence limites alors que les indices $B_{cur}/B_{0.1}$ et $F_{cur}/F_{0.1}$ ont été choisis comme Points de référence cibles pour les recommandations d'aménagement.

Saisie de données

Le Groupe de travail a utilisé les captures totales de sardines dans les zones A+B et C des années 1990-2009. La série Nansen (section 1.7) a été utilisée pour les deux zones (section 2.3.2).

On a utilisé les paramètres d'entrée suivants relatifs à la capacité de charge K et la croissance intrinsèque du stock r .

Tableau 2.6.1: Valeurs initiales des paramètres r (valeur intrinsèque de croissance) et K (capacité de charge de la biomasse vierge) pour *Sardina pilchardus*

Zone	r	K
A+B	1,56	1 558 900
C	1,11	5 044 800

Résultats

Zone (A+B)

L'ajustement du modèle a été peu satisfaisant pour la zone A+B (Figure 2.6.3a). L'indice de biomasse a beaucoup fluctué au cours de la série chronologique considérée, en particulier durant les dernières années qui présentent des tendances inverses d'une année à l'autre. La situation du stock s'est améliorée en 2009 après avoir chuté en 2008. La capture tend par contre à augmenter sans interruption malgré les changements observés au niveau du stock.

Les points de références relatifs à ce stock indiquent que la biomasse estimée la dernière année est à un niveau légèrement supérieur au niveau de la biomasse cible $B_{0.1}$. La mortalité par pêche actuelle dépasse cependant le niveau de la mortalité par pêche qui donnerait une capture durable au niveau de biomasse actuelle (F_{MSYcur}). Le stock est par conséquent pleinement exploité (Tableau 2.6.1).

Zone C

L'ajustement du modèle est satisfaisant. Les résultats montrent pour le stock C que la biomasse 2009 dépasse largement la biomasse cible $B_{0.1}$ et que le niveau d'exploitation actuel est inférieur à $F_{0.1}$ (Figure 2.6.3b). Malgré un accroissement de la capture au cours des dernières années, le stock se trouve dans un état d'exploitation modéré et il est considéré comme n'étant pas pleinement exploité (Tableau 2.6.1).

Tableau 2.6.2: Résumé des résultats d'ajustement du modèle pour *Sardina pilchardus*

Stock/indice d'abondance	B_{cur}/B_{MSY}	$B_{cur}/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{MSYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Sardina pilchardus</i> , Zone A+B/Nansen	128%	117%	109%	78%	87%
<i>Sardina pilchardus</i> , Zone C/Nansen	176%	160%	57%	14%	15%

B_{cur}/B_{MSY} : Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à F_{MSY} .

$B_{cur}/B_{0.1}$: Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à $F_{0.1}$.

F_{cur}/F_{MSYcur} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable au niveau de biomasse actuelle.

F_{cur}/F_{MSY} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable maximale à long terme.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et $F_{0.1}$.

2.7 Projections

Le Groupe de travail a procédé à la projection des captures et de l'abondance sur cinq ans en suivant différents scénarios pour chacun des deux stocks A+B et C.

Zone (A+B)

1^{er} scénario: Maintien de l'effort de pêche à son niveau actuel (status quo).

Le maintien de l'effort de pêche à son niveau actuel entraînerait une diminution de la capture et de la biomasse en 2010 puis des fluctuations. La biomasse se maintiendrait ensuite à un niveau inférieur à celui de $B_{0.1}$ (Figure 2.7.1a).

2^{ème} scénario: Diminution de 30 pour cent du niveau actuel de la capture actuelle.

La capture recommandée par le Groupe de travail en 2009 pour le stock A+B correspond à une diminution de 30 pour cent de celle réalisée cette année-là. Après une légère diminution de

l'abondance en 2010, cette baisse permettrait de stabiliser le stock les années suivantes à un niveau proche de $B_{0.1}$ et le prélèvement du potentiel recommandé serait ainsi assuré (Figure 2.7.1a).

Zone C

1^{er} scénario: Maintien de l'effort de pêche à son niveau actuel (status quo).

Si on maintient l'effort au niveau actuel, la capture augmenterait tout d'abord très faiblement par rapport à $F_{0.1}$ et se stabiliserait les années suivantes. L'abondance augmenterait pour se stabiliser ensuite à un niveau supérieur à la biomasse cible $B_{0.1}$ (Figure 2.7.1b).

2^{ème} scénario: Augmentation de 50 pour cent de l'effort de pêche actuel.

Une augmentation de 50 pour cent de l'effort de pêche entraînerait une hausse de la capture à un niveau plus élevé que celui du status quo tout en restant à un niveau inférieur à $F_{0.1}$. L'abondance augmenterait pour se stabiliser les années suivantes à un niveau supérieur à la biomasse cible $B_{0.1}$ (Figure 2.7.1b).

Ces projections présentées doivent être envisagées avec beaucoup de précaution. Il faut en effet prendre en compte les effets de l'environnement sur l'abondance et la dynamique des stocks qui pourraient subir des variations très importantes sans relation avec la pêche.

2.8 Recommandations d'aménagement

Stock A+B

Malgré l'amélioration de la biomasse constatée en 2009, la mortalité par pêche dépasse toujours la production naturelle du stock et une baisse de la biomasse de ce stock pourrait survenir l'année prochaine.

Compte tenu des fluctuations de la biomasse du stock A+B et des résultats du modèle, le Groupe de travail recommande de maintenir la capture à un niveau de 400 000 tonnes en 2010, équivalent à celui qui a été proposé en 2008 et 2009 (FAO 2008, 2009).

Stock C

D'après les résultats du modèle, le stock C permettrait un accroissement des captures l'an prochain. Il faudrait toutefois adopter une approche de précaution en ce qui concerne les niveaux de prélèvements à réaliser sur ce stock. Tout accroissement du niveau de capture devrait en effet faire l'objet d'ajustements annuels prenant en compte les fluctuations naturelles de la productivité de ce stock.

2.9 Recherche future

Suivi des recommandations de l'année 2009

Seule la recommandation relative à l'estimation des indices d'abondance pour la région au moyen des navires de recherche nationaux a été suivie par le Groupe. Il faut signaler que le navire de recherche sénégalais ITAF DEME n'a pas pu effectuer de campagne acoustique en 2009.

Recommandations futures

Les recommandations n'ayant pas pu être réalisées en 2009 ont été reconduites pour 2010:

- Mesure de la longueur des sardines au 1/2 cm inférieur dans l'échantillonnage des captures des pêcheries mauritaniennes et sénégalaises.
- Maintien de l'échange et de la lecture de l'âge entre les pays de la sous-région.
- Lecture de l'âge de la sardine dans la zone C.
- Analyse des fréquences de tailles dans une perspective d'évaluation par les modèles structuraux durant l'intersession.

3. SARDINELLES

3.1 Identité du stock

Le Groupe de travail considère que les deux espèces de sardinelle de la sous-région constituent chacune un stock particulier couvrant une zone allant du sud du Sénégal au Maroc. On peut trouver davantage de détails sur l'identité du stock dans un précédent rapport du Groupe de travail (FAO, 2001).

3.2 Les pêcheries

Introduction

Dans la zone C située au nord du Cap Blanc, les sardinelles sont exploitées par une flottille marocaine de senneurs côtiers ainsi que par des chalutiers industriels de la Fédération de Russie, de l'UE, d'Ukraine et d'autres pays.

En Mauritanie, les sardinelles sont exploitées par des chalutiers de l'UE et d'autres pays couvrant de longues distances, par quelques petits senneurs ainsi que par une flottille artisanale de pirogues non seulement mauritaniennes mais aussi sénégalaises. Les pirogues en provenance du Sénégal opèrent dans la partie sud de la Mauritanie et débarquent leurs captures à Saint-Louis. Ces prises sont comptabilisées dans les chiffres des débarquements sénégalais. La flottille industrielle opérant dans les eaux mauritaniennes est divisée en deux segments: la flottille de l'UE (Allemagne, France, Pays-Bas et Royaume-Uni) et les autres flottilles. Cette distinction est due au fait que les navires battant pavillon de l'UE ciblent spécifiquement les sardinelles alors que les autres chalutiers se concentrent sur les chinchards et ne prélèvent les sardinelles que comme prises accessoires.

Au Sénégal, les sardinelles sont exploitées par la pêche artisanale et, dans des proportions bien plus faibles, par la pêche industrielle. Les principaux engins de pêche utilisés dans le secteur artisanal sont les sennes tournantes et les filets maillants encerclants.

Captures totales

Les captures totales par flottille et par pays de *Sardinella aurita* sont présentées dans le Tableau 3.2.1a, celles de *Sardinella maderensis* dans le Tableau 3.2.1b. Les captures totales de chaque espèce dans la sous-région sont représentées sur les Figures 3.2.1a et b.

Le total des captures de *S. maderensis* a encore baissé en 2009. Il est en effet estimé à 113 000 tonnes (119 000 tonnes de 2008). Cette baisse a surtout eu lieu dans les flottilles industrielles en Mauritanie avec un léger déclin à 26 000 tonnes en 2009 (29 000 tonnes en 2008) alors que la capture réalisée par la pêche artisanale est restée très faible à environ 1 000 tonnes dans ce pays. En ce qui concerne les flottilles artisanales du Sénégal, les captures de l'année 2009 sont restées au même niveau que celles de l'année précédente pour cette espèce (80 000 tonnes contre 81 000 tonnes en 2008).

L'estimation provisoire des captures totales de *S. aurita* dans la sous-région s'élève à 521 000 tonnes en 2009, ce qui constitue une légère baisse par rapport à 2008 (556 000 tonnes). Il s'agit tout de même de la deuxième capture la plus élevée de la série chronologique depuis 1990. Ce déclin modéré est dû à la réduction des captures industrielles en Mauritanie. Au Maroc et au Sénégal, la capture est restée stable.

Au Maroc, les captures de *S. aurita* réalisées par la flottille locale (22 000 tonnes) ont dépassé pour la première fois celles de l'ensemble des flottilles étrangères (21 000 tonnes).

En Mauritanie, la capture de *S. aurita* par les flottilles industrielles a baissé de 205 000 tonnes en 2008 à 163 000 tonnes en 2009 alors que celle réalisée par la pêche artisanale est restée stable à 49 000 tonnes (50 000 tonnes en 2008).

Au Sénégal, on observe une forte hausse des captures de *S. aurita* en 2009 comme en 2008. Les captures sont en effet passées de 188 000 tonnes en 2007 à près de 270 000 tonnes en 2009. Comme en 2008, l'évolution des captures de la pêche artisanale est marquée par d'importantes prises dues aux importants débarquements de sardinelle ronde à Saint-Louis par la flottille artisanale sénégalaise (101 000 tonnes). Comme en 2008, on a considéré qu'une très large part de la capture artisanale sénégalaise (262 000 tonnes) a été effectuée dans les eaux mauritaniennes. Les captures de la pêche industrielle s'élevaient à 1 534 tonnes: 1 032 tonnes de sardinelle ronde et 502 tonnes de sardinelle plate.

Effort de pêche

Les données d'effort pour chaque pays et chaque flottille sont présentées dans le Tableau 3.2.2 et sur les Figures 3.2.2.a, b et c.

Dans la zone au nord de 20°N, l'effort de la flottille russe a baissé alors que celui de la flottille ukrainienne et des autres flottilles a augmenté. L'effort conjugué de tous les chalutiers étrangers (1 675 jours) est légèrement inférieur en 2009 par rapport à celui de 2008 (1 881 jours).

En Mauritanie, on a observé les mêmes tendances qu'en 2008: l'effort de la flottille de l'UE a augmenté alors que celui de la flottille d'Europe de l'Est a baissé. Ce déclin a été plus prononcé en 2009 (29 pour cent contre 16 pour cent en 2008).

Au Sénégal, l'évolution de l'effort de la pêche artisanale ciblant *Sardinella* spp. montre une tendance orientée à la baisse en 2009 par rapport à 2008. L'effort de pêche est ainsi passé de 100 148 sorties en 2008 à 72 320 sorties en 2009. L'effort de pêche total de la pêche industrielle est d'environ 150 jours de mer, ce qui représente là aussi une baisse par rapport à 2008 (204 jours de mer).

Développements récents

Sénégal

La production de la pêche maritime au Sénégal est largement dominée par la pêche artisanale. La production est essentiellement composée de petits pélagiques, en particulier des deux espèces de sardinelle (ronde et plate) capturées en grandes quantités par les sennes tournantes et les filets maillants. Plus de la moitié des débarquements annuels sont effectués à Saint-Louis, dans la région de Thiès Sud, notamment sur la Petite côte, plus précisément à Mbour et à Joal. Ces captures sont stimulées par une forte demande des communautés étrangères (Burkinabés, Guinéens et Maliens) venant de la sous-région.

Cette demande s'est accrue avec l'implantation d'usines de farine de poisson. De ce fait, même si la pêche des petits pélagiques est quasi-continue et favorable toute l'année le long de cette partie du littoral sénégalais, elle est plus active d'octobre à juin, période qui correspond à la présence des opérateurs économiques étrangers.

L'abondance de sardinelle plate et d'éthmalose, espèces jugées plus faciles à conserver, le long de la Petite Côte et des îles du Saloum explique en partie l'attrait que les centres de cette partie du littoral exercent sur les opérateurs économiques étrangers. Les centres de pêche situés sur la Petite Côte sont en outre composés en majorité de communautés de pêcheurs et de transformateurs étrangers, sédentarisés pour la plupart, qui acceptent sans difficulté l'installation d'opérateurs économiques venant d'autres pays.

Des commissions dites de cogestion locale des petits pélagiques sont de plus en plus mises en place avec l'appui et l'adhésion des acteurs locaux de la pêche artisanale et des représentants de l'administration des pêches. Ces commissions sont actives à Kayar et servent d'exemples à d'autres centres. Pour les pêcheurs, l'objectif visé est de maintenir un prix suffisamment rémunérateur alors que pour l'administration il s'agit de mesures de conservation à promouvoir.

Au Sénégal, les débarquements de juvéniles de poissons, notamment d'espèces pélagiques et littorales, sont interdits dans de nombreux sites et des amendes et des sanctions sont appliquées aux contrevenants. Dans certaines localités, les femmes transformatrices refusent systématiquement de traiter ces types de poissons.

En 2009, dans le cadre des accords de pêche, la Mauritanie a accordé 300 licences d'un an aux pêcheurs sénégalais en activité dans sa zone économique exclusive (ZEE). Ces derniers avaient alors pour obligation de débarquer 15 pour cent de leurs captures en Mauritanie. Les mesures de régulation de 2008 portant sur la limitation des prises et du nombre de sorties sont toujours en vigueur.

La flottille industrielle est composée de petits senneurs locaux de faible tonnage appelés communément «sardiniers dakarois». Cette flottille industrielle est très petite et ne compte que trois ou quatre unités fonctionnelles. Pour la première fois, *S. aurita* est l'espèce dominante dans la pêche industrielle (1 032 tonnes sur une capture totale de 2 864 tonnes).

Mauritanie

En Mauritanie, on assiste à une croissance de l'industrie de transformation à Nouadhibou. La principale usine de transformation de cette ville (SEPH-SA) peut traiter 100 tonnes de poisson par jour et ses capacités augmenteront à 300 tonnes à la mi-2010. Elle congèle des sardinelles destinées à l'Europe de l'Est et est approvisionnée par deux petits senneurs à sennes coulissantes et de nombreuses pirogues sénégalaises. En plus de cette usine de transformation, quatre usines de farine de poisson ont récemment été déclarées opérationnelles à Nouadhibou. A l'origine, ces usines devaient utiliser des poissons de qualité inférieure et des rebuts provenant de SEPH-SA ainsi que des ethmaloses (*Ethmalosa*) pêchées dans les eaux proches de Nouadhibou. Dans la pratique, ces deux sources de matière première sont insuffisantes pour faire fonctionner toutes les usines de farine de poisson. Ces dernières dépendent par conséquent de plus en plus des sardinelles en tant que matière première. Toute la sardinelle plate est ainsi transformée en farine de poisson, tout comme les sardinelles rondes de taille ou de qualité inférieures.

3.3 Indices d'abondance

3.3.1 Capture par unité d'effort

En Mauritanie, la CPUE de la flottille de l'UE a chuté d'environ 36 pour cent en 2009. Cette CPUE faible peut être en partie due à l'extension de la saison de pêche aux mois hivernaux (novembre-avril). La flottille de l'UE cible alors la sardine mais ses jours de pêche sont comptabilisés dans l'effort relatif aux sardinelles.

Par rapport à la flottille de l'UE, les autres flottilles industrielles ont présenté une légère augmentation de leur CPUE.

Comme en 2008, la CPUE de la pêche artisanale de *S. aurita* au Sénégal a augmenté en 2009 pour atteindre la valeur la plus élevée de toute la série. La CPUE relative à *S. maderensis* a elle aussi augmenté par rapport à 2008 (Figure 3.3.1b).

3.3.2 Campagnes acoustiques

Campagnes nationales

En 2009, les campagnes acoustiques ont été menées par des navires de recherche de la Fédération de Russie (ATLANTIDA), du Maroc (AL AMIR MOULAY ABDALLAH) et de Mauritanie (AL AWAM). La campagne du navire de recherche sénégalais ITAF DEME a malheureusement dû être annulée à cause de problèmes techniques avec ce bâtiment.

N/R ATLANTIDA

En juillet 2009, le N/R ATLANTIDA n'a couvert que les eaux situées au nord du Cap Blanc. La campagne dans les eaux mauritaniennes a été annulée à cause d'une panne technique du navire.

Les séries complètes des résultats obtenus dans les deux zones sont présentées dans les Tableaux ci-dessous.

Tableau 3.3.2a: Biomasse estimée par le N/R ATLANTIDA au nord du Cap Blanc (en milliers de tonnes)

	1994	1995	1996	1998	1999	2004	2006	2007	2008	2009
<i>S. aurita</i>	105	593	386	307	140	348	364	901	153	238
<i>S. maderensis</i>	18	436	3	109	71	82	304	248	171	259

Tableau 3.3.2b: Biomasse estimée par le N/R ATLANTIDA en Mauritanie (milliers de tonnes)

	1995	1998	1999	2000	2001	2004	2006	2007	2008	2009
<i>S. aurita</i>	244	216	46	49	29	132	49	552	107	
<i>S. maderensis</i>	16	34	36	21	46	62	130	316	103	

Les résultats relatifs à *S. aurita* dans la zone Nord du Cap Blanc ont fortement fluctué au fil des ans. La valeur 2009 est supérieure à celle de 2008 mais inférieure à la moyenne sur le long terme. En ce qui concerne *S. maderensis*, la valeur 2009 est relativement élevée par rapport à celle de 2008.

N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

En 2009, le navire de recherche marocain AL AMIR MOULAY ABDALLAH a effectué quatre campagnes acoustiques entre le Cap Cantin et le Cap Blanc. Les biomasses estimées de sardinelle lors de ces campagnes sont résumées dans le Tableau 3.3.2c. A cause de l'indisponibilité du navire de recherche en 2009, la zone située au nord, entre le Cap Cantin et le Cap Spartel, n'a pas été couverte cette année.

Tableau 3.3.2c: Biomasse estimée par le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH dans la zone C au nord du Cap Blanc (milliers de tonnes)

	Juillet 2009		Novembre 2009	
	Cap Cantin – Cap Boujdour	Cap Boujdour – Cap Blanc (16-28/07)	Cap Cantin – Cap Boujdour	Cap Boujdour – Cap Blanc (14-25/11)
<i>S. aurita</i>	0	337	0	1540
<i>S. maderensis</i>	0	800	0	492

N/R AL AWAM

En 2009, en plus des deux campagnes habituelles réalisées en mars et novembre à bord du N/R AL AWAM, les évaluations acoustiques réalisées en Mauritanie ont été renforcées par une troisième campagne menée au mois de juillet à bord du même navire. Les résultats des estimations des sardinelles au cours de ces trois campagnes sont présentés dans le Tableau 3.3.2d.

Tableau 3.3.2d: Biomasse estimée par le N/R AL AWAM en Mauritanie (milliers de tonnes)

	Mars 2009 (11-22/03)		Juillet 2009 (3-12/07)		Novembre 2009 (8-18/11)	
	Cap Timiris – Saint-Louis	Cap Blanc – Cap Timiris	Cap Timiris – Saint-Louis	Cap Blanc – Cap Timiris	Cap Timiris – Saint-Louis	Cap Blanc – Cap Timiris
<i>S. aurita</i>	229	52	514	119	513	593
<i>S. maderensis</i>	143	71	49	40	159	113

N/R ITAF DEME

En 2009, aucune campagne de prospection acoustique n'a pu être menée dans les eaux sénégalaises et gambiennes à cause d'une panne du N/R ITAF DEME.

Campagnes régionales coordonnées

Les campagnes régionales coordonnées menées par le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN dans le cadre du programme Nansen ont pris fin en 2006. A partir de 2007, les navires nationaux ont poursuivi ces campagnes sur les ressources en petits pélagiques dans la sous-région. Elles sont réalisées chaque année en novembre-décembre. Afin de pouvoir comparer leurs résultats avec ceux des anciennes séries du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN, des facteurs de correction ont été utilisés. Ils sont reportés dans le Tableau 3.3.2e.

Tableau 3.3.2e: Facteurs de correction utilisés afin de pouvoir comparer les résultats des navires nationaux avec les séries du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN

Navire	<i>S. aurita</i>	<i>S. maderensis</i>
AL AMIR MOULAY ABDALLAH	1,01	1,01
AL AWAM	1,00	0,50
ITAF DEME	0,87	0,87

En 2009, les campagnes nationales réalisées dans le cadre de la campagne régionale ont été menées par le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH et le N/R AL AWAM.

Comme cela a été mentionné précédemment, la zone du Sénégal et de la Gambie n'a pas pu être couverte à cause de problèmes avec le navire de recherche. Étant donné que le Groupe de travail a besoin d'un indice acoustique de l'ensemble de la sous-région pour son évaluation, on a essayé d'extrapoler la biomasse mesurée en Mauritanie et dans la Zone C Nord à l'ensemble de la sous-région.

Pour obtenir la biomasse de sardinelles dans les eaux du Sénégal et de la Gambie, une estimation statistique a été menée en tenant compte des facteurs dont dépend théoriquement celle-ci. Il s'agit notamment de la série des biomasses estimées dans la partie au nord du Sénégal (Saint-Louis – Cap Cantin) entre 1995 et 2009, de la série des captures annuelles en Sénégal et de la série d'un facteur environnemental relatif à cette zone au cours de cette période. Le paramètre environnemental utilisé est un indice d'upwelling calculé par les chercheurs océanographes de l'Institut national de recherche halieutique (INRH) sur la base des cartes satellites des températures de surface (SST).

Les différentes variables de la série 1995-2008 sont mises en relation pour déduire la biomasse au Sénégal sous la forme d'un modèle linéaire en fonction des autres variables. La biomasse en Sénégal est ensuite déduite en remplaçant les valeurs des autres variables dans le modèle élaboré pour 2009. Le résultat de l'analyse donne alors une estimation de 233 000 tonnes de *S. aurita* et de 621 000 tonnes de *S. maderensis* en Sénégal.

Les résultats des campagnes régionales coordonnées en 2009 (avec les estimations relatives aux eaux du Sénégal et de la Gambie) sont présentés sur les Figures 3.3.2a-d.

Si on considère les zones couvertes en novembre-décembre 2009, on remarque que la biomasse de *S. aurita* a fortement augmenté dans la zone C au nord du Cap Blanc (105 pour cent). La valeur obtenue en 2009 était ainsi plus ou moins égale à l'estimation remontant à 2001 qui est la valeur la plus élevée de la série jusqu'à présent. On a également enregistré une augmentation pour *S. maderensis* mais moins prononcée.

En Mauritanie, la tendance orientée à la hausse pour *S. aurita* s'est poursuivie en 2009 et la valeur obtenue cette année (1 105 300 tonnes) est la plus élevée de toute la série. Après un niveau très faible en 2008, *S. maderensis* s'est légèrement rétablie mais sa biomasse (271 200 tonnes) est restée basse par rapport aux années précédentes.

Les résultats combinés de l'ensemble de la sous-région comprenant les estimations pour la zone sénégalaise (Figure 3.3.2d) montrent que l'année 2009 présente l'indice le plus élevé de toute la série pour *S. aurita* et pour les deux espèces combinées.

3.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

Les Tableaux 3.4.1 et 3.4.2 présentent l'intensité d'échantillonnage relative à *S. aurita* et *S. maderensis* en 2009.

Dans la zone C au nord du Cap Blanc, les échantillonnages ont été effectués dans les débarquements de la flottille marocaine pour les deux espèces et de la flottille russe pour la sardinelle ronde. On a prélevé 6 échantillons de 268 individus de *S. aurita* et lu les otolithes de 20 individus dans les débarquements de la flottille marocaine. En ce qui concerne *S. maderensis*, 4 échantillons ont été prélevés et 72 individus mesurés. Les Russes ont prélevé 16 échantillons sur une capture de 4 768 tonnes et effectué la lecture des otolithes de 245 individus au cours du troisième et du quatrième trimestre.

En Mauritanie, l'échantillonnage des sardinelles a été réalisé dans les captures de la flottille de l'Union européenne par les observateurs de l'Institut espagnol d'océanographie (IEO) et de l'IMROP. Les observateurs de l'IEO ont prélevé 95 échantillons (des deux espèces combinées) alors que ceux de l'IMROP ont collecté 75 échantillons. L'intensité d'échantillonnage a été de 2,6 échantillons pour 1 000 tonnes.

En ce qui concerne les captures de la flottille non-UE (Fédération de Russie, Ukraine et autres), les Russes ont collecté 49 échantillons et effectué la lecture des otolithes de 250 individus pour la détermination de l'âge de la sardinelle ronde. Les observateurs de l'IMROP ont collecté 39 échantillons de sardinelle ronde et 22 échantillons de sardinelle plate.

Au Sénégal, on a collecté 172 échantillons de *S. aurita* sur une capture de 262 561 tonnes, 21 820 individus ont été mesurés et 67 otolithes ont été prélevés. En ce qui concerne *S. maderensis*, on a collecté 125 échantillons sur une capture de 79 893 tonnes, 10 324 individus ont été mesurés et 18 otolithes ont été prélevés. En 2009, l'intensité d'échantillonnage était de 1 échantillon pour 1 000 tonnes pour *S. aurita* et de 1,6 échantillon pour 1 000 tonnes pour *S. maderensis*.

3.5 Données biologiques

Fréquence de taille des captures commerciales (Sardinella aurita)

Résultats 2009

On disposait de la distribution des fréquences de taille des captures commerciales des flottilles du Maroc (seulement industrielles), de Mauritanie (industrielles et artisanales) et du Sénégal (seulement artisanales) (Figure 3.5.1a).

La Figure 3.5.1a présente les données de fréquence de taille dans la zone C au nord du Cap Blanc où la plupart des poissons faisaient de 27 à 33 cm. En Mauritanie, les fréquences de taille des sardinelles dans les captures de l'UE étaient mesurées en mer par des observateurs de l'IMROP et par des observateurs néerlandais, ainsi que dans le port de Las Palmas par des observateurs de l'IEO. Les résultats des observateurs de l'IMROP et des observateurs néerlandais sont comparables. Dans les deux cas, la longueur modale se situait à 31-32 cm. Les mesures de l'IEO montrent un mode à 30-31 cm et un autre plus important à 21 cm. L'échantillonnage des navires non-UE réalisé par des observateurs de l'IMROP et russes présente un mode à 32 cm qui correspond aux résultats des observateurs de l'IMROP et néerlandais à bord des navires de l'UE.

Quand on compare les différents programmes d'échantillonnage de la flottille industrielle en Mauritanie, on remarque que les résultats des observateurs de l'IMROP, russes et néerlandais concordent alors que les données de l'IEO sont plutôt différentes. Ces dernières sont composées d'une part importante de poissons plus petits qui n'apparaissent pas dans les autres programmes. Il faut souligner que l'échantillonnage de l'IEO avait déjà relevé davantage de petits poissons que les autres programmes d'échantillonnage en 2008.

Les captures artisanales en Mauritanie ont des longueurs modales à 20 et 28 cm. Il est évident que cette pêcherie cible des poissons plus jeunes que la flottille industrielle.

Au Sénégal, la flottille artisanale a principalement capturé de gros poissons d'une taille comprise entre 30 et 33 cm et d'un mode à 32 cm. Cette longueur modale est identique à celle mesurée dans la pêcherie industrielle en Mauritanie.

Comparaison des données de longueur 2009 avec celles des années précédentes

Une série chronologique des fréquences de taille relevées par les observateurs de l'IMROP à bord des navires de l'UE en Mauritanie au cours de la période 2003-2009 est présentée sur la Figure 3.5.1b. Cette dernière révèle la présence d'une forte classe d'âge en 2005 dans cette pêcherie. Cette classe d'âge mesurait 23 cm à 1 an en 2006. L'année suivante (en 2007), ces poissons avaient atteint une taille de 28-29 cm et dominaient dans les captures en tant qu'individus de 2 ans. En 2008, cette même classe d'âge avait atteint une taille de 32 cm à 3 ans. En 2009, les poissons montraient encore une longueur modale à 32 cm ce qui indique qu'ils devaient appartenir à la classe d'âge suivante (2006). Cette classe d'âge n'apparaissait pas les années précédentes et devait probablement être moins abondante que celles qui l'ont précédée. En 2009, la pêcherie est vraisemblablement passée de la classe d'âge 2005 à la classe d'âge 2006 car cette dernière est désormais la plus abondante et la plus facile à capturer. Les poissons de la classe d'âge 2005 prélevés en avril 2009 avaient atteint une taille d'environ 35 cm et était bien plus difficiles à capturer que les plus petits poissons de la classe d'âge 2006.

On dispose d'une autre série chronologique des données de taille relatives à *S. aurita* dans la pêcherie artisanale au Sénégal (Figure 3.5.1c). Par rapport aux trois années précédentes au cours desquelles la pêcherie se concentrait sur des poissons de 28-30 cm ceux de 2009 étaient bien plus grands avec un mode à 32 cm. Ce résultat correspond à celui de la flottille industrielle en Mauritanie. La correspondance entre les fréquences de taille de la flottille artisanale sénégalaise et la flottille industrielle mauritanienne indique que ces deux pêcheries ont exploité la même classe d'âge en 2009. Il est possible que ce soit là un effet de l'extension de la flottille sénégalaise dans les eaux mauritaniennes.

3.6 Évaluation

Qualité des données

En 2007, le Groupe de travail a réalisé une analyse exploratoire des compositions en âge de *S. aurita* élaborée à partir des clés âge-taille russes des captures dans les eaux mauritaniennes (FAO, 2008). Il est apparu que la corrélation d'une même classe d'âge lors des années suivantes était faible. La composition en âge a donc été considérée insuffisamment fiable pour être utilisée dans une analyse structurée sur l'âge.

Étant donné le manque de progrès constaté dans la lecture d'âge des sardinelles, aucune nouvelle tentative n'a été menée cette année pour développer une analyse structurée sur l'âge.

Méthode

En raison du caractère peu fiable des données disponibles pour pouvoir mener une évaluation analytique, le Groupe de travail a décidé d'utiliser le modèle de production logistique de Schaefer adapté à une feuille de calcul Excel. Ce modèle est décrit en détail dans l'annexe II.

Le Groupe de travail a aussi essayé d'appliquer la méthode d'analyse des cohortes basée sur les fréquences de taille pour la sardinella ronde (Jones, 1984). Les résultats de l'Analyse des cohortes par taille (LCA) ont été utilisés pour réaliser une analyse de rendement par recrue (Y/R) basée sur les tailles afin d'estimer les points de référence biologique F_{Max} et $F_{0.1}$.

Saisie de données

Pour réaliser le modèle dynamique de production, on a utilisé les séries chronologiques relatives aux captures totales et les indices d'abondance Nansen. Les indices d'abondance utilisés étaient des estimations de la biomasse des stocks réalisées lors des campagnes acoustiques régionales coordonnées (section 3.3.2). Il faut souligner que les campagnes acoustiques 2008 et 2009 sont incomplètes. En 2008, les eaux gambiennes n'ont pas été couvertes et en 2009 il n'y a eu aucune couverture de toute la zone sénégalaise. Les indices relatifs à l'ensemble de la sous-région au cours de ces deux années ont été établis sur la base d'une extrapolation des résultats des campagnes dans les eaux voisines (section 3.3.2). Les paramètres initiaux utilisés dans le modèle dynamique sont reportés dans le Tableau 3.6.1.

Tableau 3.6.1: Valeurs initiales des paramètres r (taux intrinsèques de croissance) et K (capacité de charge ou biomasse vierge) pour *S. aurita* et *Sardinella* spp.

	r	K
<i>S. aurita</i>	0,30	4 000 000
<i>Sardinella</i> spp.	0,28	5 000 000

Les données des fréquences de taille provenant des flottilles du Maroc, du Sénégal, de Mauritanie et de la Gambie ont été utilisées pour appliquer le modèle LCA. Les paramètres de croissance proviennent de Santamaría *et al.* (2010, en cours d'impression).

Résultats

Le modèle de production a été appliqué à chaque espèce de sardinelle (*S. aurita* et *S. maderensis*) et les données combinées aux deux espèces ensemble (*Sardinella* spp.).

Les résultats relatifs à *S. maderensis* ont révélé un ajustement faible du modèle aux données (indices d'abondance prévus et observés). Le Groupe de travail a par conséquent conclu que les résultats du modèle n'étaient pas satisfaisants et les résultats relatifs à cette espèce ne sont pas présentés.

En ce qui concerne *S. aurita* et *Sardinella* spp. les résultats du modèle sont présentés sur les Figures 3.6.2 et 3.6.3. La relation entre certains paramètres essentiels et les points de référence utilisés par le Groupe de travail est présentée dans le Tableau 3.6.2.

Tableau 3.6.2: Résultats du modèle de production dynamique

Stock/indice de biomasse	$B_{cur}/B_{0.1}$	B_{cur}/B_{MSY}	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>S. aurita</i> /série Nansen	112%	123%	260%	200%	222%
<i>Sardinella</i> spp./série Nansen	94%	103%	181%	175%	195%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à $F_{0.1}$.

B_{cur}/B_{MSY} : Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à F_{MSY} .

F_{cur}/F_{MSYcur} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable au niveau de biomasse actuelle.

F_{cur}/F_{MSY} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable maximale à long terme.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et $F_{0.1}$.

Les résultats obtenus à partir des modèles LCA et Y/R ne sont pas satisfaisants car l'échantillonnage s'avère être biaisé. Le Groupe de travail recommande donc à tous les pays de faire l'échantillonnage de toutes les gammes de tailles disponibles dans les captures et les rejets.

Sardinella aurita

L'ajustement entre les indices d'abondance prévus et observés était faible, surtout celui des deux dernières années pour lesquelles les indices acoustiques ont augmenté malgré des captures élevées dans la pêcherie. L'écart constaté entre les indices d'abondance et les captures peut être expliqué à l'aide de plusieurs facteurs (voir la discussion ci-après). Une explication possible réside dans la croissance inhabituelle du stock en 2008 grâce à des conditions environnementales favorables cette année-là. Afin de corriger cette croissance, le Groupe de travail a décidé d'introduire dans le modèle

un facteur environnemental positif (valeur = 1) pour 2008 comme cela avait été déjà fait pour l'année 1999. Cette correction permet d'améliorer l'ajustement pour 2008 mais l'écart demeure pour 2009.

Qu'une correction environnementale soit appliquée ou non à l'année 2008, le modèle indique que les captures actuelles ne sont pas viables. On constate que le stock est encore au-dessus du niveau de biomasse produisant MSY (la production maximale équilibrée) mais que le niveau actuel des captures est environ deux fois supérieur à celui qui serait durable.

Sardinella spp.

Les résultats du modèle relatif à *Sardinella spp.* présentent à peu près les mêmes caractéristiques que ceux de *S. aurita*, exception faite de l'écart entre les indices d'abondance prévus et observés qui se limite dans ce cas aux seules deux dernières années de la série. Un facteur + 1 a également été appliqué ici pour l'année 2008 de façon à être cohérent avec l'analyse relative à *S. aurita*. Les résultats du modèle indiquent que le stock est actuellement au niveau qui produit MSY mais le niveau actuel des captures est largement supérieur à celui qui est durable pour ce stock.

Discussion

Au cours des deux dernières années, le modèle de production n'a pas été en mesure de simuler les développements de chaque espèce ou celui des deux espèces combinées dans les stocks. La corrélation entre les valeurs prévues et observées a été un peu améliorée grâce à l'introduction d'un facteur environnemental positif pour l'année 2008. Cela n'a cependant pas réglé le problème pour 2009.

En ce qui concerne *S. aurita*, deux explications peuvent être fournies au sujet de l'écart entre les tailles prévues et observées du stock au cours des dernières années:

- a) le recrutement du stock a été supérieur à la moyenne les dernières années; et
- b) les résultats des campagnes acoustiques contiennent un biais après 2007.

Ces deux hypothèses sont commentées ci-dessous.

(a) Le recrutement a augmenté au cours des dernières années.

Cela semble être l'hypothèse la plus plausible. Au cours des dernières années, la distribution de fréquence des tailles en Mauritanie a révélé le recrutement d'une forte classe d'âge en 2005. Cette classe d'âge a dominé les captures en Mauritanie en 2007 et 2008 comme cela a été décrit dans les précédents rapports du Groupe de travail. D'après la distribution de fréquence des tailles en Mauritanie en 2009 (Section 3.5), il est possible qu'elle ait été suivie par une autre classe d'âge modérément forte en 2009. Jusqu'à présent, le modèle de production n'est pas ajusté aux variations dans le recrutement en raison d'un manque de séries fiables des indices de recrutement.

(b) Biais dans les résultats acoustiques après 2007.

En 2007, les navires de recherche nationaux ont pris la suite du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN dans les campagnes régionales coordonnées. Même si des facteurs de correction ont été appliqués aux résultats de ces navires afin de pouvoir les comparer avec ceux du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN, il est possible qu'un biais demeure pour les années les plus récentes. En 2008 et 2009, la couverture de la région était incomplète et il a fallu faire des suppositions pour la Gambie en 2008 et pour le Sénégal et la Gambie en 2009. Ces extrapolations ont certainement réduit la précision des résultats de la campagne. Il est enfin possible que les campagnes acoustiques (également celles antérieures à 2007) contiennent des erreurs aléatoires dues à la différence de comportement des poissons d'une année sur l'autre.

Conclusions à partir des résultats du modèle

Malgré les problèmes rencontrés dans l'ajustement du modèle aux développements des captures et des indices d'abondance relatifs aux dernières années, il est évident que les captures actuelles de sardinelles ne sont pas viables dans la sous-région. Ces captures élevées sont probablement la conséquence d'une ou deux fortes classes d'âge récemment présentes dans la pêcherie. Tous les

résultats du modèle indiquent que les captures des deux dernières années ont été de 100 pour cent supérieures au niveau durable à long terme.

3.7 Projections

A cause des écarts entre les valeurs prévues et les valeurs observées au cours des dernières années à la fois pour *S. aurita* et pour les deux espèces combinées, on a estimé qu'il n'était pas réaliste de faire des projections 2010 et 2011 à partir des résultats du modèle.

3.8 Recommandations d'aménagement

Le Groupe de travail considère que les captures actuelles de sardinelles ne sont pas durables et qu'elles doivent être réduites de façon à éviter un épuisement futur du stock.

En l'absence de projections pour les années 2010 et 2011, il n'est pas possible de calculer précisément quel est le niveau de capture qui permettrait de stabiliser le stock ces années-là.

En accord avec les conseils émis l'an passé, le Groupe de travail recommande d'adopter des mesures de précaution avec une capture totale autorisée de 220 000 tonnes de *S. aurita* en 2010 et 2011 ainsi qu'une réduction de l'effort de pêche sur les deux espèces. Dans cette optique, les gouvernements ne devraient pas accorder de nouvelles licences de pêche des sardinelles en 2010 et 2011.

Le Groupe de travail recommande en outre que les États côtiers accroissent leurs tentatives de gestion des stocks partagés de petits pélagiques, préférablement grâce à un système de limitation des captures ou alors par une limitation de l'effort.

3.9 Recherche future

Suivi des recommandations de l'année passée:

- L'atelier d'analyse des structures démographiques des sardinelles n'a pas été organisé.
- La poursuite de la validation des lectures d'âge a été mise en œuvre au Sénégal. Ce pays a commencé un projet qui étudie la détermination de l'âge d'un nombre déterminé d'espèces commerciales comprenant *S. aurita* et *S. maderensis*. Le but est d'impliquer d'autres instituts de la sous-région dans ce projet.
- L'intensité d'échantillonnage s'est améliorée dans certaines pêcheries mais pas dans toutes.
- L'étude des propriétés et de la fiabilité des différentes alternatives relatives aux indices d'abondance des stocks n'a pas été mise en œuvre.

Pour cette année, le Groupe de travail formule les recommandations suivantes:

- Des efforts devraient être entrepris afin de couvrir l'ensemble de la sous-région pendant la campagne acoustique conjointe en 2010.
- Les scientifiques de Mauritanie et du Maroc devraient coopérer avec le projet sénégalais sur la lecture d'âge. Ce projet devrait utiliser les critères développés lors de l'atelier sur ce sujet (FAO, 2007).
- Un sous-groupe devrait considérer la possibilité d'établir des séries de recrutement de *S. aurita* en utilisant les données de taille des captures commerciales ainsi que des données acoustiques.

4. CHINCHARDS

L'exploitation est concentrée sur trois espèces: le chinchard d'Europe (*Trachurus trachurus*), le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*) et le chinchard jaune (*Caranx rhonchus*). Ce dernier étant capturé de façon accessoire, on se limitera pour cette espèce à présenter les données de capture et d'indices d'abondance obtenus par les campagnes acoustiques.

4.1 Identité du stock

Cette partie a été décrite lors de réunions précédentes du Groupe de travail (FAO, 2001 et 2002). Le groupe de travail considère qu'il existe un stock unique pour chacune des espèces. Des études supplémentaires sont cependant nécessaires.

4.2 Les pêcheries

En Afrique nord-occidentale, l'exploitation des chinchards se fait à bord de bateaux de tailles très variables qui vont de la pirogue au grand chalutier pélagique de 120 m de long. L'exploitation de ces ressources est donc assurée à la fois par des flottilles industrielles, presque exclusivement étrangères, et par des pêcheries artisanales et côtières nationales.

Les deux espèces de *Trachurus* (*T. trachurus* et *T. trecae*) occupent des niches écologiques voisines. En 2008 et 2009, elles représentaient respectivement environ 94 pour cent et 92 pour cent du total de chinchards. C'est dans la zone mauritanienne que les captures de chinchards sont les plus importantes. En 2009, elles représentaient 69 pour cent des captures de chinchards dans la sous-région, en baisse de 5 pour cent par rapport à 2008. L'espèce *Trachurus trachurus* est surtout pêchée au Maroc (56 pour cent des captures totales de cette espèce) et en Mauritanie. L'espèce *Trachurus trecae* est quant à elle principalement pêchée en Mauritanie (75 pour cent des captures totales de cette espèce) et plus accessoirement au sud du Maroc (22 pour cent) et dans la zone sénégalaise (3 pour cent) (Figure 4.2.1).

En 2009, la flottille battant pavillon du Belize était celle qui contribuait le plus largement aux prises totales de petits pélagiques (42 pour cent du total) avec notamment 50 pour cent des chinchards capturés en Mauritanie.

Le suivi des unités de pêche est rendu difficile par le déclin des affrètements au profit des licences libres.

Captures totales

Les captures des espèces prises en considération ont augmenté chaque année entre 2003 et 2005 avant de baisser de 5 pour cent en 2006 et d'augmenter à nouveau de 4,2 pour cent en 2007 et surtout de 29 pour cent en 2008 pour passer de 432 700 tonnes à 556 700 tonnes environ. En 2009, on a observé une nouvelle baisse des captures de l'ordre de 10 pour cent. Les données de captures relatives aux trois espèces de chinchards sont présentées par pays et pour l'ensemble de la sous-région au cours de la période 1990-2009 (Tableaux 4.2.1a, b et c).

L'évolution annuelle des captures des trois espèces de chinchard est présentée sur la Figure 4.2.1.

En 2009, La diminution des captures a concerné les deux principales espèces de *Trachurus* (*Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*) avec respectivement moins 1 pour cent et moins 14 pour cent par rapport à l'année précédente. Une augmentation de 20 pour cent a par contre été enregistrée pour le chinchard jaune (*Caranx rhonchus*) dans toute la sous-région.

Les captures marocaines et qualifiées «ukrainiennes et autres» réalisées dans la zone C ont été ventilées sur la base des données de la flottille russe pour l'année 2009.

Dans la zone mauritanienne où plus de 69 pour cent des captures de chinchards ont été réalisées en 2009, on a surtout observé une diminution des deux principales espèces de *Trachurus* (*T. trachurus* et *T. trecae*). Entre 2008 et 2009, les prises de *T. trachurus* ont ainsi baissé de 18 pour cent, de 62 682 tonnes à 51 554 tonnes, celles de *T. trecae* de 23 pour cent, de 336 625 tonnes à 260 500 tonnes.

Le chinchard jaune est essentiellement pêché en Mauritanie et au Sénégal alors que ce n'est qu'une prise accessoire en Gambie. En 2009, on a enregistré une augmentation de 17 pour cent des captures de cette espèce dans la zone mauritanienne par rapport à l'année 2008, de 31 475 tonnes à 36 813 tonnes.

Plusieurs indices laissent supposer que la plus grande partie des captures déclarées en Mauritanie comme les anchois pourrait en fait être des juvéniles de chinchards transformés en farine et dès lors non identifiables.

Effort de pêche

Les ressources pélagiques d'Afrique nord-occidentale sont exploitées par différentes flottilles et en particulier par des navires étrangers qui n'arrêtent pas de changer ces dernières années.

En 2009, les flottilles industrielles chalutières en activité dans la zone mauritanienne étaient composées:

- de flottilles en provenance du Belize (30 pour cent de l'effort industriel total en nombre de jours de pêche), de Saint-Vincent-et-les Grenadines (6 pour cent), de Guinée équatoriale (3 pour cent), de Guinée (2 pour cent) et d'Islande (4 pour cent);
- d'une flottille ukrainienne qui représentait 12 pour cent de l'effort de pêche total (en baisse de 7 pour cent par rapport à 2008);
- d'unités de pêches opérant dans le cadre d'accords avec l'Union européenne qui comprennent:
 - une flottille néerlandaise qui cible les sardinelles et capture les chinchards de façon accessoire (2 pour cent de l'effort total en nombre de jours de pêche, en baisse de 3 pour cent par rapport à 2008);
 - un bateau français n'ayant effectué que 86 jours de pêche pendant les trois premiers mois de l'année;
 - une flottille lituanienne (11 pour cent de l'effort de pêche total) et une flottille lettone (12 pour cent de l'effort de pêche total, en hausse de 3 pour cent par rapport à 2008);
 - des unités polonaises (3 pour cent de l'effort de pêche total, en hausse de 2 pour cent par rapport à 2008);
- d'une flottille russe qui représente encore 8 pour cent de l'effort de pêche total, mais en fort déclin ces dernières années (en baisse de 11 pour cent par rapport à 2008).

Dans la zone nord du Maroc, entre le Cap Spartel et le Cap Boujdour, le chinchard d'Europe (*T. trachurus*) est exploité par une flottille nationale composée de senneurs et de chalutiers côtiers. L'activité des senneurs étant principalement dirigée vers la sardine, l'exploitation du chinchard reste accessoire. Les chalutiers ne ciblent pas le chinchard. La majeure partie des prises de chinchard d'Europe (83 pour cent) est prélevée dans la zone C principalement par les chalutiers pélagiques (90 pour cent).

Au Sénégal, les captures de chinchards sont réalisées à la fois par une pêcherie industrielle en déclin et par une pêcherie artisanale pour laquelle il s'agit de prises accessoires. L'effort de pêche industriel reste faible au Sénégal alors que celui de la Gambie est négligeable par rapport à l'ensemble de la sous-région.

En 2009, une augmentation de l'effort de pêche a été observée au niveau de la zone mauritanienne (Figure 4.2 2). Du Cap Blanc au Cap Boujdour, l'effort de pêche de la flottille industrielle russe et

ukrainienne a ainsi augmenté d'environ 13 pour cent par rapport à 2008. Des senneurs marocains sont aussi actifs mais ils capturent les chinchards de façon accessoire.

Développements récents

Suite à l'effort fourni par les services de surveillance et à des contrôles menés en mer en 2008 et poursuivis en 2009, les déclarations de captures dans les journaux de bord se sont améliorées. Ces données sont essentielles car elles sont à la base du travail statistique de ce rapport. D'autres mesures visant à lutter contre l'immigration et à améliorer la traçabilité des produits halieutiques ont aussi été prises en 2009 par les services compétents, en particulier à l'encontre des embarcations artisanales. Ces orientations vont permettre d'améliorer encore les données collectées auprès des pêcheurs artisanaux et le recensement de l'effort de pêche déployé par cette pêcherie en développement.

La signature d'un nouvel Accord cadre en matière de pêche entre la Mauritanie et le Sénégal en 2010 impose le débarquement d'au moins 20 pour cent des captures de plus de 300 senneurs inscrits dans le nouveau protocole. Cette mesure pourrait considérablement améliorer les statistiques des pêches, en particulier pour les espèces ciblées par cette flottille (par exemple, pour les sardinelles). En Mauritanie, la mise en place d'un système d'information de plus en plus performant (recrutement de trois informaticiens et mobilisation de partenariats) a en outre permis d'avoir à disposition les statistiques de pêche de 2009 aussi bien du segment artisanal que du segment industriel avant la fin du mois de mars 2010.

4.3 Indices d'abondance

4.3.1 Capture par unité d'effort

L'effort de pêche industrielle communiqué par la Mauritanie et le Maroc a été actualisé pour l'année 2009. En raison de la longueur de la série d'effort et de l'importance des captures réalisées en Mauritanie, les CPUE ont été établies pour chacune des deux espèces de *Trachurus* sur la base des données de cette zone (Figures 4.3.1a et 1b).

Cette série montre que les CPUE sont en baisse en 2009 pour les deux principales espèces ciblées. Cette baisse a commencé en 2007 pour *T. trecae* et en 2008 pour *T. trachurus*.

4.3.2 Campagnes acoustiques

Outre l'estimation de l'abondance et des biomasses, les campagnes de prospection acoustique visent à suivre la distribution des poissons et des structures de taille des différents stocks de petits pélagiques en Afrique nord-occidentale.

Campagnes régionales coordonnées

Les résultats des campagnes acoustiques effectuées en 2009 dans la zone au nord du Cap Blanc et corrigés sur la base du coefficient de conversion (1,08) établi en 2006 entre le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH, montrent des biomasses de chinchard d'Europe qui chutent de 352 000 tonnes en 2008 à seulement 139 000 tonnes en 2009, ce qui correspond à une baisse de plus de 60 pour cent. On a par contre observé une augmentation de la biomasse pour le chinchard du Cunène qui est passée de 368 000 tonnes à 741 000 tonnes au cours de la même période (Figure 4.3.2a).

Dans la zone au sud du Cap Blanc, on a appliqué le facteur de conversion (0,9) obtenu en 2005 entre le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et le N/R AL AWAM. En 2009, on a enregistré une baisse de plus de 53 pour cent de la biomasse de *T. trecae* par rapport aux valeurs estimées en 2008. Elle a chuté de 237 000 tonnes à 111 000 tonnes, chiffre inférieur à la moyenne des biomasses observées dans la série 1995-2008. Les détections de chinchard d'Europe dans cette zone étaient quant à elles négligeables, comme lors des années précédentes (Figure 4.3.2b).

Dans la zone sénégalaise, pour pallier l'absence de campagne du N/R ITAF DEME en 2009, une estimation de la biomasse a été menée à partir des données précédentes. On a ainsi obtenu une biomasse de 47 000 tonnes en utilisant le facteur de conversion de 2005.

Au niveau de la sous-région, les biomasses des deux espèces de *Trachurus* ont augmenté entre 2008 et 2009. Elles sont passées de 970 000 tonnes à 1 111 000 tonnes, ce qui correspond à une hausse de l'ordre de 14 pour cent (Figure 4.3.2c).

N/R ATLANTIDA

Le navire de recherche ATLANTIDA a réalisé une seule campagne acoustique en août 2009 dans le secteur situé entre 28 °N au 16 °N. La Figure 4.3.2d présente la série de campagnes russes de 1994 à 2009.

Au nord du Cap Blanc, la biomasse de *Trachurus trecae* atteint 473 923 tonnes en 2009 contre 511 670 tonnes une année plus tôt. Pour *Trachurus trachurus*, la biomasse est passée de 265 000 tonnes en 2008 à 280 689 tonnes en 2009.

Pour des raisons techniques, la campagne acoustique du N/R ATLANTIDA n'a pas pu se dérouler normalement dans la zone sud du Cap Blanc, en particulier en Mauritanie, et aucun résultat ne peut être fourni pour l'année 2009.

En ce qui concerne la campagne de recrutement menée en janvier 2009, l'abondance des juvéniles de chinchards a presque doublé pour les individus d'âge 1+ avec, pour *T. trecae*, la valeur la plus élevée de toute la série. Cette campagne de recrutement menée dans la zone située entre 32 °N et 16 °N met en évidence une augmentation très marquée des groupes d'âge 0+ aussi bien pour le chinchard d'Europe que pour le chinchard du Cunène. Le Tableau 4.3.2a présente les indices d'abondance relevés par les navires de recherche russes de 2003 à 2009.

Tableau 4.3.2a: Indices d'abondance (en millions d'individus) des juvéniles de carangidés à partir des campagnes de recrutement russes

Année	<i>Trachurus trachurus</i>		<i>Trachurus trecae</i>	
	0+	1+	0+	1+
2003	1 777	1 171	1 268	642
2004	5	71	65	298
2005	141	10	3 837	43
2006	316	54	2 891	449
2007	1 256	117	7 193	587
2008	6	28	1 546	430
2009	3 722	56	2 153	690

Campagnes nationales

N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

En 2009, le navire de recherche marocain AL AMIR MOULAY ABDALLAH a effectué deux campagnes acoustiques dans la zone du COPACE nord. Les estimations en matière de biomasse et d'abondance réalisées au cours de ces campagnes sont résumées dans le Tableau 4.3.2.b.

Lors de la campagne de juillet, la biomasse de chinchards a été estimée à seulement 70 000 tonnes entre le Cap Spartel et le Cap Boujdour et à 837 000 tonnes entre le Cap Boujdour et le Cap Blanc.

La campagne de fin d'année, réalisée en novembre et décembre, a couvert la zone qui va du Cap Cantin au Cap Blanc. Dans le secteur Cap Cantin-Cap Boujdour, la biomasse des deux *Trachurus* n'atteignait que 52 000 tonnes alors qu'elle était estimée à 828 000 tonnes entre le Cap Boujdour et le Cap Blanc.

Tableau 4.3.2.b: Indices d'abondance estimés (en milliers de tonnes) dans la partie marocaine de l'Atlantique nord-occidental au cours des campagnes acoustiques menées à bord du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH en 2009.

Juillet 2009		Novembre-décembre 2009	
Cap Spartel – Cap Boujdour	Cap Boujdour – Cap Blanc	Cap Cantin – Cap Boujdour	Cap Boujdour – Cap Blanc
poids	poids	poids	poids
70	837	52	828

N/R AL AWAM

En 2009, trois campagnes de prospection ont été réalisées dans la ZEE mauritanienne. Elles ont révélé des variations de la biomasse selon les saisons. La campagne du N/R AL AWAM de juillet 2009 n'a ainsi mis en évidence que le chinchard du Cunène (*T. trecae*) avec une légère augmentation de la biomasse par rapport aux campagnes habituelles. Cette présence a surtout été observée entre le Cap Timiris et le Cap Blanc. Elle a été estimée au total à 150 000 tonnes. On constate que la biomasse de cette espèce présente de grandes variations interannuelles, avec une baisse importante aussi bien en mars qu'en novembre. Sa biomasse passe ainsi de 376 800 tonnes en mars 2008 à 96 000 tonnes en mars 2009 et de 261 000 tonnes en novembre 2008 à 123 100 tonnes en novembre 2009. Le chinchard jaune (*Caranx rhonchus*) n'a été observé dans les eaux mauritaniennes qu'au mois de novembre ces deux dernières années. Sa biomasse estimée a augmenté, passant de 74 000 tonnes en 2008 à 119 100 tonnes en 2009. Elle a été détectée principalement dans la zone nord, entre le Cap blanc et le Cap Timiris.

Tableau 4.3.3c: Indices d'abondance estimés (en tonnes) dans la ZEE mauritanienne durant les campagnes acoustiques menées à bord du N/R AL AWAM en 2009

	Mars 09		Juillet 09		Novembre 09	
	Saint-Louis – Cap Timiris	CapTimiris – Cap Blanc	Saint-Louis – Cap Timiris	CapTimiris – Cap Blanc	Saint-Louis – Cap Timiris	CapTimiris – Cap Blanc
<i>T. trachurus</i>	126 100	3 500	0	0	0	3 000
<i>T. trecae</i>	71 400	24 600	39 300	111 000	30 100	93 000
<i>Caranx rhonchus</i>	0	0	0	0	33 900	85 200
Total	197 500	28 100	39 300	111 000	64 000	181 200

N/R ITAF DEME

A défaut d'avoir pu réaliser une campagne acoustique en Sénégal en novembre 2009, une estimation de la biomasse a été utilisée pour cette zone. Une description de cette méthode et des résultats obtenus est proposée dans le premier chapitre de ce rapport. Pour 2009, on a attribué une valeur de 47 000 tonnes à cette zone.

4.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

En 2009 comme par le passé, l'intensité d'échantillonnage a été présentée par trimestre pour les deux principales flottilles (Fédération de Russie et Union européenne) en intégrant également les résultats obtenus pour les autres flottilles industrielles au Maroc, en Mauritanie et au Sénégal (Tableaux 4.4.1, 4.4.2 et 4.4.3).

Intensité d'échantillonnage

Trachurus trachurus

L'intensité d'échantillonnage au Maroc a augmenté dans la zone A. Elle est passée de 3 échantillons pour 1000 tonnes en 2008 à plus de 9 échantillons pour 1 000 tonnes en 2009. Elle a par contre baissé dans la zone C où elle est passée de 2 échantillons pour 1 000 tonnes en 2008 à moins d'un échantillon pour 1 000 tonnes en 2009.

Dans la zone mauritanienne, l'intensité d'échantillonnage a légèrement diminué pour la flottille russe, passant de 5 échantillons pour 1 000 tonnes en 2008 à moins de 4 échantillons pour 1 000 tonnes en 2009.

La lecture d'âge est toujours exclusivement réalisée par les chercheurs russes. En 2009, il n'y a pas eu de lecture d'otolithes dans la zone C du Maroc.

Trachurus trecae

Des échantillons biologiques ont été prélevés pour la première fois dans les débarquements de la zone sénégalaise.

L'effort d'échantillonnage des captures réalisées au nord du Cap Blanc par la flottille russe a légèrement augmenté pour passer de moins de 4 échantillons pour 1 000 tonnes en 2008 à plus de 5 échantillons pour 1 000 tonnes en 2009. L'intensité d'échantillonnage dans la zone mauritanienne des captures de la flottille russe a diminué en 2009 par rapport à 2008 et n'était plus que d'1,2 échantillon pour 1 000 tonnes. L'intensité d'échantillonnage des captures de la flottille autre que celle de l'Union européenne a quant à elle significativement augmenté. Elle est passée d'un échantillon pour 1000 tonnes à plus de 10 échantillons pour 1 000 tonnes en 2009. Au Sénégal, cette intensité d'échantillonnage a diminué de plus de 2 échantillons pour 1 000 tonnes en 2009 par rapport à 2008.

Caranx rhonchus

L'échantillonnage a été réalisé uniquement en Mauritanie pour la pêche industrielle et au Sénégal pour la pêche artisanale avec une intensité avoisinant les 5 échantillons pour 1 000 tonnes.

4.5 Données biologiques

Fréquences de taille des captures commerciales

Trachurus trachurus

Les structures de taille du chinchard d'Europe provenant des captures réalisées par la flottille russe dans la zone au nord du Cap Boujdour et jusqu'au Cap Blanc montrent la présence de plus de juvéniles qu'en 2009 (tailles inférieures à 17 cm) (Figure 4.5.1a).

Au sud du Cap Blanc, la structure en taille des chinchards d'Europe collectés par les observateurs mauritaniens et russes montrent des modes à 22 et 30 cm (Figure 4.5.1a).

Trachurus trecae

Au nord du Cap Blanc, les structures de taille du chinchard du Cunène dans les captures russes varient entre 21 et 28 cm avec la présence d'un mode à 23 cm. Au sud du Cap Blanc, la structure montre un éventail de tailles compris entre 18 et 41 cm, avec un mode à 28 cm (Figure 4.5.1b).

Caranx rhonchus

Les seuls échantillons ont été prélevés dans la zone mauritanienne et sénégalaise. Ils montrent une distribution unimodale avec un mode à 30 cm. Les tailles varient de 20 à 43 cm (Figure 4.5.1c).

Fréquence de taille des campagnes scientifiques

N/R ATLANTIDA

Le navire de recherche ATLANTIDA a effectué deux campagnes acoustiques en juillet et août 2009. Ces campagnes n'ont pu couvrir que la partie marocaine. Les structures de taille de ces campagnes montrent la présence de petites tailles inférieures à 20 cm pour *T. trachurus* (Figure 4.5.1d).

Pour *T. trecae*, l'éventail de tailles capturées est large. Elles sont comprises entre 23 et 39 cm, avec la présence de deux modes individualisés à 25 et 34 cm.

N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

Entre le Cap Boujdour et le Cap Blanc, les individus de *T. trachurus* sont d'une taille comprise entre 11 et 24 cm, avec la présence de deux modes à 13 et 22 cm. Pour *T. trecae*, les tailles se situent dans une fourchette comprise entre 11 et 33 cm, avec des modes presque identiques à ceux observés pour le chinchard d'Europe: à 13 et à 23 cm pour les grandes tailles (Figure 4.5.1e).

N/R AL AWAM

Lors de la campagne de novembre 2009, les tailles du chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*), observées entre le Cap Timiris et Saint-Louis, variaient entre 10 et 28 cm, avec trois modes principaux à 14, 17 et 22 cm. (Figure 4.5.1f). Pour le chinchard d'Europe (*Trachurus trachurus*), et alors qu'une mauvaise détection a été observée durant cette campagne, les tailles variaient entre 11 et 24 cm avec deux modes principaux à 13 et 14 cm.

Le *Caranx rhonchus* n'a quant à lui été observé qu'entre le Cap Timiris et le Cap Blanc. Sa structure démographique présentait un seul mode à 21 cm avec une distribution très étroite (Figure 4.5.1d).

N/R ITAF DEME

Ce navire de recherche n'a pas effectué de campagne dans la zone sénégalaise en 2009.

4.6 Évaluation

Le Groupe de travail a analysé les deux principaux *Trachurus* (*T. trachurus* et *T. trecae*).

Qualité des données

L'analyse exploratoire des captures totales par âge (clé taille-âge communiquée par les scientifiques russes) relatives à *T. trachurus* et *T. trecae* de 1990 à 2009 a été conduite en calculant un coefficient de corrélation entre les captures estimées par âges successifs des mêmes cohortes. Les résultats obtenus indiquent une faible corrélation entre les captures attribuées à la même cohorte au cours de son cycle de vie (Tableau 4.6.3 et Figures 4.6.1b et 2b).

Tableau 4.6.3: Valeurs de R^2 entre les captures estimées des âges successifs des mêmes cohortes de chinchards

	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
<i>Trachurus trachurus</i>	0,112	0,359	0,288	0,018	0,00	0,048	0,001
<i>Trachurus trecae</i>	0,09	0,197	0,452	0,647	0,227	0,106	0,178

Les corrélations entre les âges successifs sont trop faibles pour envisager l'application d'une évaluation à partir d'une méthode analytique. Comme pour les années précédentes, l'absence de corrélation véritable met en évidence que la composition des captures par âge est vraiment altérée à cause, entre autres, du manque de données sur l'ensemble de la zone de distribution des stocks et de la difficulté de déterminer l'âge des individus. En outre, la capture de la plupart des navires n'est pas échantillonnée et l'observation scientifique à bord ne couvre pas toute l'année.

Méthode

Le modèle de production dynamique de Schaefer (1954) a été développé sur une feuille de calcul Excel pour l'évaluation des stocks des deux espèces de *Trachurus* dans la sous-région. Ce modèle est utilisé pour estimer l'évolution de la biomasse et de la mortalité par pêche au cours de la période 1991-2009. Le Groupe de travail a procédé à la projection de l'abondance et des captures sur cinq ans en suivant différents scénarios d'aménagement à l'aide du même modèle exécuté sur une autre feuille de calcul (Annexe II).

Saisie de données utilisées

Le Groupe de travail a préparé des données afin d'appliquer le modèle de production dynamique aux deux espèces. Pour le chinchard d'Europe (*T. trachurus*), on ne dispose que des indices d'abondance des campagnes de la série Nansen (navires de recherche nationaux et N/R DR. FRIDTJOF NANSEN).

Pour le chinchard du cunéne (*T. trecae*), en plus des biomasses obtenues à partir de la série Nansen, on dispose en plus des CPUE fournies par les scientifiques russes (1991-2009). Ces derniers ont calculé des CPUE saisonnières pour *T. trecae* en tenant compte de la période de pêche. Il faut souligner que la série des campagnes internationales du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN a été complétée en utilisant les indices d'abondance estimés au moyen des méthodes expliquées dans le 1^{er} chapitre de ce rapport.

Les éventuels effets de l'environnement sont envisagés sur la base d'expertises qui tiennent compte des anomalies observées pendant certaines années de la série (1999, 2000 et 2005).

Les paramètres d'entrée du modèle (taux d'accroissement (r) et capacité biotique du milieu (K)) utilisés dans les ajustements sont présentés dans le Tableau 4.6.4.

Tableau 4.6.4: Valeurs des paramètres d'entrée

Espèces/ Séries d'ajustement	r	K
<i>Trachurus trachurus</i> /séries Nansen	0,50	456 222
<i>Trachurus trecae</i> /séries Nansen	0,70	1 700 000
<i>Trachurus trecae</i> /CPUE russes	0,74	500 000

Résultats

Trachurus trachurus

L'ajustement du modèle utilisant l'indice Nansen est présenté sur la Figure 4.6.3. Cet ajustement paraît relativement satisfaisant.

Les résultats indiquent que la biomasse 2009 correspond plus ou moins aux deux tiers de la biomasse $B_{0.1}$. La mortalité par pêche actuelle est supérieure de 64 pour cent à la mortalité par pêche $F_{0.1}$. Le niveau de l'effort de pêche excède celui qui maintient le stock au niveau d'équilibre. L'effort actuel est environ 1,5 fois plus important que l'effort permettant d'optimiser la production maximum soutenable. Ces résultats mettent en évidence que le stock est surexploité. (Tableau 4.6.5).

Tableau 4.6.5: Résumé des résultats d'ajustement du modèle pour *Trachurus trachurus*

Stock/indices	$B_{cur}/B_{0.1}$	B_{cur}/B_{MSY}	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trachurus</i> /séries Nansen	72%	79%	123%	148%	164%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à $F_{0.1}$.

B_{cur}/B_{MSY} : Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à F_{MSY} .

F_{cur}/F_{MSYcur} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable au niveau de biomasse actuelle.

F_{cur}/F_{MSY} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable maximale à long terme.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et $F_{0.1}$.

Trachurus trecae

L'ajustement du modèle utilisant comme indice d'abondance les biomasses estimées par la série Nansen est présenté sur la Figure 4.6.4.a. Celui réalisé avec les CPUE communiquées par les scientifiques russes est présenté sur la Figure 4.6.4.b. Les deux modèles donnent des résultats proches, ce qui peut être considéré comme une bonne description de l'état du stock pour cette espèce. (Tableau 4.6.6). Dans les deux cas, le coefficient de corrélation de Pearson était plus proche et plus élevé, à respectivement 0,79 et 0,72. C'est deux modèles ont été retenu.

Les commentaires proposés ci-après sont fondés sur les résultats de l'ajustement obtenu à partir de la série Nansen. Les mêmes interprétations sont valables pour les résultats de l'ajustement obtenu à partir des CPUE russes.

La biomasse estimée représente environ la moitié de la biomasse $B_{0.1}$. Le niveau d'effort de pêche dépasse de 26 pour cent celui qui maintient le stock au niveau d'équilibre. L'effort actuel est supérieur à l'effort permettant la maximisation de la production soutenable (F_{MSY}) (Tableau 4.6.6). Ces résultats mettent en évidence que le stock est désormais surexploité.

Tableau 4.6.6: Résumé des résultats d'ajustement du modèle pour *Trachurus trecae*

Stock/indices	$B_{cur}/B_{0.1}$	B_{cur}/B_{MSY}	F_{cur}/F_{MSYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trecae</i> /série Nansen	53%	59%	126%	178%	197%
<i>Trachurus trecae</i> /indices Russes	50%	55%	156%	226%	251%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à $F_{0.1}$.

B_{cur}/B_{MSY} : Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à F_{MSY} .

F_{cur}/F_{MSYcur} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable au niveau de biomasse actuelle.

F_{cur}/F_{MSY} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable maximale à long terme.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et $F_{0.1}$.

Discussion

Pour *T. trachurus*, l'ajustement du modèle fondé sur la série Nansen indique que la biomasse a atteint en 2009 les deux tiers de la biomasse initiale correspondante. Cela représente une détérioration par rapport aux deux années précédentes. En 2008, la biomasse présentait en effet une légère diminution par rapport à la biomasse cible $B_{0.1}$. En outre, la mortalité par pêche actuelle, qui était supérieure de 13 pour cent à la mortalité par pêche correspondant à $F_{0.1}$ en 2008, a considérablement augmenté en 2009 (164 pour cent) (Tableau 4.6.5). La situation du stock s'est donc dégradée par rapport à l'année passée alors que celui-ci était déjà considéré comme étant pleinement exploité. L'amélioration du recrutement en 2009 n'a pas encore eu d'effet sur l'amélioration de l'abondance et de la capture de cette espèce. Les captures réalisées en 2009 étaient composées d'individus de petites tailles. Une augmentation de l'effort de pêche a aussi été enregistrée dans la zone marocaine et mauritanienne en 2009. Ce stock qui était pleinement exploité depuis plusieurs années se trouve donc de nouveau dans une situation critique de surexploitation, en particulier à cause de l'augmentation de l'effort de pêche.

Pour *Trachurus trecae*, les résultats des deux indices d'abondance utilisés (CPUE globales et indices de la série Nansen) montrent que l'on peut aboutir à des réponses relativement proches à partir d'indices différents et ce même si les séries chronologiques des campagnes acoustiques sont plus courtes que celles des captures par unité d'effort russes. Il apparaît que la situation du stock s'est très nettement dégradée à la suite d'un accroissement important des captures entre 2007 et 2008. Le stock était alors déjà considéré comme surexploité. L'amélioration de la biomasse constatée en 2009 lors des campagnes scientifiques (acoustiques et de recrutement) invite à être relativement optimiste quant à l'amélioration de l'état du stock de cette espèce. Ce constat doit être accompagné par une approche de précaution au cours des prochaines années.

4.7 Projections

Afin de disposer d'éléments supplémentaires pour la prise de décision, le Groupe de travail a intégré dans le modèle dynamique de production une option qui permet de prendre en compte deux scénarios quant au niveau de captures. Cette projection permet de disposer d'éléments supplémentaires pour aider à la prise de décision.

1^{er} scénario: Maintenir l'effort de pêche à son niveau actuel (status quo). On considère qu'il n'y a pas de changement dans la stratégie des flottilles et de l'environnement alors que le niveau de l'effort de pêche reste le même.

2^{ème} scénario: Changer le niveau d'effort actuel pour obtenir un meilleur rendement du stock à long terme (diminution de 20 à 30 pour cent de l'effort).

Cette projection a été effectuée pour les cinq prochaines années (base 2009).

Trachurus trachurus

1^{er} scénario (status quo): Sur la base des indices d'abondance obtenus par la série Nansen, la projection réalisée sur la période 2010-2013 fait apparaître une diminution des captures jusqu'à un niveau égal à 100 pour cent de la valeur cible de 2009 (environ

120 pour cent) qui se stabilise à partir de 2012 à une valeur égale à la production maximale équilibrée. L'indice d'abondance, qui était de 24 pour cent inférieur à la valeur cible en 2009 continue à diminuer au cours des trois années suivantes et s'éloigne de la valeur de référence $U_{0.1}$ avant de se stabiliser à partir de 2013 (Figure 4.7.1a).

2^{ème} scénario (réduction de 20 pour cent): Les captures, de 20 pour cent supérieures à la valeur MSY en 2009 enregistrent tout d'abord une chute rapide et sont inférieures de 10 pour cent de la valeur de la production maximale équilibrée en 2010. Les captures augmentent ensuite progressivement pour revenir au niveau de la MSY en 2013. Avec ce scénario, l'indice d'abondance qui était inférieur de 25 pour cent au niveau de la valeur cible en 2009 augmente légèrement par la suite pour n'être inférieur que de 20 pour cent à l'abondance cible en 2013 (Figure 4.7.1b).

Trachurus trecae

Les projections sont appliquées sur les évaluations des résultats obtenus à partir des indices de la série Nansen.

1^{er} scénario (status quo): Lorsque l'on adopte ce scénario, les captures qui étaient de 10 pour cent supérieures à la valeur de la production maximale équilibrée connaissent une chute continue jusqu'en 2013, année où le niveau des captures atteint moins de 20 pour cent de la MSY. La biomasse, à 50 pour cent de la valeur de référence $U_{0.1}$, chute fortement en 2010 avant de poursuivre sa baisse jusqu'en 2013 pour atteindre moins de 45 pour cent de la valeur de référence (Figure 4.7.2a).

2^{ème} scénario (réduction de 30 pour cent): Avec une réduction de l'effort de pêche de 30 pour cent, les captures qui était au niveau de la MSY diminuent jusqu'à atteindre 80 pour cent de leur niveau de 2009 la première année (en 2010) et de celui de la production maximale équilibrée. Elles augmentent légèrement au cours des quatre années suivantes pour atteindre 87 pour cent de la valeur cible. Après avoir enregistré une légère chute en 2009, l'abondance se stabilise au cours de la période 2009-2013 à environ 55 pour cent de la valeur cible (Figure 4.7.2b).

Ces deux scénarios ont aussi été utilisés avec cette espèce pour réaliser un ajustement à partir des données de la CPUE russes mais les ajustements du modèle n'étaient pas satisfaisants.

4.8 Recommandations d'aménagement

L'analyse des résultats de l'évaluation de l'état des stocks des deux espèces de *Trachurus* a été faite en ayant recours à un modèle de production dynamique qui utilise trois indices d'abondance.

Les stocks des deux espèces *Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae* sont surexploités.

Pour *Trachurus trachurus*, le niveau de mortalité par pêche est largement supérieur au niveau de l'effort de pêche cible $F_{0.1}$ et la biomasse estimée en 2009 représente 72 pour cent de la biomasse cible.

Pour *Trachurus trecae*, les résultats indiquent que la biomasse actuelle est largement inférieure (53 pour cent) à la biomasse cible $B_{0.1}$ et l'effort de pêche est supérieur à la valeur cible.

Les pêcheries concernées sont multispécifiques et ciblent les deux espèces de *Trachurus*. Etant donné la situation de surexploitation du chinchard du Cunène et du chinchard d'Europe, le Groupe de travail recommande de réduire l'effort de pêche de 20 pour cent par rapport à 2009. Il est recommandé que la capture ne dépasse pas 330 000 tonnes, ce qui correspond au chiffre déjà suggéré en 2008 lorsque l'une des deux espèces était pleinement exploitée.

4.9 Recherche future

Suivi des recommandations de l'année 2009

Par rapport aux cinq recommandations en matière de recherche formulées par le Groupe de travail en 2009, on remarque que seule l'une d'entre elles a été suivie d'effets. Il s'agit des avancées qui ont été enregistrées en 2009 en matière d'échantillonnage des flottilles artisanales et industrielles en activité dans la sous-région.

L'IMROP envisage toutefois de lancer en 2010 des études portant sur les distributions spatiales des captures commerciales et les campagnes scientifiques des deux espèces de *Trachurus*.

Recommandations 2010

Certaines recommandations ci-après datent de l'an passé et n'ont pas été réalisées. Elles sont donc reconduites:

- comparer les distributions spatiales des captures commerciales et des campagnes scientifiques des deux espèces de *Trachurus* afin de mieux comprendre leur stratégie d'occupation de l'espace en fonction de leur niveau d'abondance totale;
- estimer les captures accessoires de chinchards par la flottille de pêche démersale; et
- procéder à l'analyse des fréquences de taille de ces espèces.

5. MAQUEREAU

5.1 Identité du stock

La distribution du maquereau (*Scomber japonicus*, Houttuyn 1782) a été décrite lors des précédents groupes de travail (FAO, 2001 et 2008).

Deux stocks de maquereau ont été identifiés en Afrique nord-occidentale: Le stock Nord entre le Cap Boujdour et le nord du Maroc, le stock Sud entre le Cap Boujdour et le sud du Sénégal. Aucune information nouvelle n'a encore été présentée au Groupe de travail concernant l'identité de ces deux stocks.

Depuis la réunion 2003, en raison du manque d'informations sur les migrations possibles entre les deux stocks identifiés, le Groupe de travail a décidé de procéder à une évaluation conjointe des deux stocks de cette espèce.

5.2 Les pêcheries

Dans la zone A+B et la zone nord (Tanger – Cap Boujdour), la pêcherie du maquereau est exploitée par la flottille marocaine. Cette flottille est composée de senneurs côtiers qui ciblent principalement la sardine et pêchent aussi le maquereau selon sa disponibilité. Une flottille de senneurs espagnols opère aussi dans la zone Nord depuis avril 2007. Ses débarquements représentaient 4 pour cent du total de maquereau enregistré dans les ports de Maroc en 2008 (420 tonnes) et 1 pour cent en 2009 (130 tonnes).

La zone entre le Cap Boujdour et le Cap Blanc est exploitée non seulement par des senneurs côtiers marocains mais aussi par des chalutiers pélagiques opérant dans le cadre de l'accord de pêche Maroc-Russie, par des bateaux affrétés par des opérateurs marocains et par des chalutiers opérant dans le cadre de l'accord de pêche Maroc-Union européenne.

Dans la zone mauritanienne, le maquereau est ciblé de façon saisonnière par des chalutiers pélagiques de Russie et d'Ukraine. Il est aussi capturé comme prise accessoire par des bateaux de l'Union européenne (UE) ciblant d'autres espèces. Des mesures de contrôle en mer et par satellite ont été mises en place depuis 2008 dans le cadre d'un système de surveillance des navires (VMS) par la délégation

de surveillance des pêches et devraient avoir pour conséquence une amélioration des déclarations de capture.

Au Sénégal et en Gambie, le maquereau est considéré comme une espèce accessoire par la flottille artisanale sénégalaise.

Captures totales

L'évolution annuelle des captures de *Scomber japonicus* par pays au cours de la période 1990-2009 est présentée dans le Tableau 5.2.1 et sur la Figure 5.2.1.

Dans la pêcherie Nord (au nord du Cap Boujdour), les captures ont fluctué entre 11 000 et 84 000 tonnes au cours de la période 1990-2009. Entre 2002 et 2007, elles étaient orientées à la hausse et sont passées de 22 700 tonnes en 2002 à une capture record de 84 000 tonnes en 2007. Elles ont ensuite baissé à 72 000 tonnes en 2008 et 52 000 tonnes en 2009. En 2009, elles ont été principalement réalisées dans la zone A, avec environ 32 000 tonnes débarquées (Tableau 5.2.1 et Figure 5.2.1), alors que 7 000 tonnes ont été pêchées dans la zone B. Les captures de maquereaux au Maroc dans la zone Nord étaient d'environ 13 000 tonnes en 2009, de 23 pour cent supérieures à celles de 2008.

Les captures dans la zone C (Cap Boujdour – Cap Blanc), où des chalutiers opèrent dans le cadre d'accords de pêche avec la Russie et d'affrètements, ont progressivement augmenté au cours de la période 1993-1998 pour atteindre un maximum d'environ 150 000 tonnes en 1998. Les captures ont ensuite connu une baisse continue jusqu'en 2002 due à la fin des accords susmentionnés et au départ des bateaux russes en 1999 ainsi que des bateaux ukrainiens et d'autres bateaux affrétés en 2001. Elles se sont redressées en 2003 et cette tendance orientée à la hausse s'est poursuivie jusqu'en 2006 pour dépasser alors 100 000 tonnes. Elles ont diminué à 89 000 tonnes en 2007 et de nouveau augmenté en 2008 pour atteindre 125 000 tonnes. En 2009 enfin, les captures sont revenues à un niveau proche de celui de 1998 avec 142 000 tonnes. Les bateaux ukrainiens ont alors réalisé 32 pour cent des débarquements, les bateaux marocains 31 pour cent, les bateaux russes 27 pour cent et enfin les bateaux de l'UE 10 pour cent.

La capture totale de maquereau en Mauritanie montre une tendance orientée à la hausse du début des années 1990 à 1996 pour arriver à environ 100 000 tonnes. Elle a ensuite diminué pour atteindre un faible niveau de 21 000 tonnes en 1999. Les captures se sont alors progressivement redressées jusqu'en 2003, année où un record de 133 000 tonnes a été enregistré. Elles ont ensuite connu une forte baisse avec 38 000 tonnes réalisées en 2005 et 33 000 tonnes en 2006. On a de nouveau enregistré une capture importante en 2007 (80 000 tonnes) suivie d'une diminution progressive, avec 68 000 tonnes débarqués en 2008 et 44 000 tonnes en 2009. Cette capture est surtout réalisée par des bateaux non-UE qui représentent 78 pour cent de la production (Tableau 5.2.1 et Figure 5.2.1).

Au Sénégal et en Gambie, le maquereau n'est qu'une espèce accessoire dans les captures. En 2009, les captures de la pêche artisanale au Sénégal s'élevaient à 5 100 tonnes, en hausse par rapport aux 2 500 tonnes de 2008 et à comparer à la valeur maximale enregistrée en 2003 (14 100 tonnes). Une faible capture de 133 tonnes a été enregistrée en Gambie en 2009. Cette valeur est stable si on la compare aux 126 tonnes enregistrées en 2008.

Depuis 1991, l'évolution des captures totales de maquereau dans l'ensemble de la sous-région a connu une tendance orientée à la hausse pour atteindre plus de 210 000 tonnes en 1997, année après laquelle on assiste à une fluctuation des captures autour d'une valeur moyenne de 181 000 tonnes jusqu'en 2006. Les captures ont ensuite fortement augmenté et se sont maintenues au dessus des 240 000 tonnes, avec 257 000 tonnes pêchées en 2007, un maximum de 268 000 tonnes réalisées en 2008 et 244 000 tonnes enregistrées en 2009 (Tableau 5.2.1 et Figure 5.2.1).

Effort de pêche

L'effort de pêche réalisé par les senneurs côtiers est exprimé en nombre de sorties positives. Celui des chalutiers pélagiques est exprimé en jours en mer. Étant donné le caractère multi-spécifique de la

pêcherie, l'effort de pêche estimé pour le maquereau, reste le même que celui utilisé pour le suivi de la sardine, des chinchards et des sardinelles décrit dans les chapitres relatifs à ces espèces (Chapitres 2, 3 et 4).

5.3 Indices d'abondance

5.3.1 Capture par unité d'effort

Les CPUE russes uniformisées par rapport à la classe de bateaux RTMS sont calculées selon la méthode décrite dans le rapport du Groupe de travail de 2004 (FAO, 2004).

En 2005, la CPUE en tonnes/jour RTMS était en baisse par rapport à celle de 2004. Elle s'est ensuite maintenue au même niveau en 2006 et 2007, à environ 41 tonnes/jour RTMS. En 2008 et 2009 ont été enregistrés des CPUE respectives de 47 et 50 tonnes/jour RTMS (Tableau 5.3.1 et Figure 5.3.1).

5.3.2 Campagnes acoustiques

Campagne régionale coordonnée

La biomasse et l'abondance du maquereau ont été estimées durant la campagne régionale coordonnée en novembre-décembre 2009 entre les navires de recherche nationaux de la région (le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH au Maroc et le N/R AL AWAM en Mauritanie). La campagne acoustique à bord du N/R ITAF DEME n'a pas pu être réalisée en Sénégal, zone où seules quelques traces de maquereau sont généralement détectées à cette période de l'année. Les indices évalués sont ensuite convertis par rapport à ceux du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN (de la période 1999-2006) en appliquant des coefficients d'intercalibration entre les bateaux nationaux et le navire norvégien. Dans l'attente de nouveaux résultats relatifs à l'analyse de ces intercalibrations, le Groupe de travail a décidé de maintenir les mêmes coefficients de conversion que ceux utilisés lors du Groupe de travail de l'an passé (Tableau 1.7.1).

Entre 1999 et 2005, les indices de biomasse ont montré une tendance générale orientée à la hausse avec un minimum de 98 000 tonnes enregistrées en 2000 et un maximum de 852 000 tonnes en 2005 (Figure 5.3.2a). La biomasse a ensuite fortement chuté à 430 000 tonnes en 2006 et s'est maintenue à une valeur autour de 610 000 tonnes en 2007 et 2008. En 2009, elle s'est légèrement redressée à 756 000 tonnes. Le maquereau est principalement détecté au Maroc avec plus de 463 000 tonnes enregistrées dans la zone A+B et 265 000 tonnes dans la zone C. Une quantité de 28 000 tonnes a été évaluée en Mauritanie.

N/R ATLANTIDA

Durant l'été 2008, la campagne menée à bord du N/R ATLANTIDA a couvert la région située entre le Cap Ghir et le Cap Timiris, une couverture différente des prospections précédentes qui s'étendaient jusqu'à Saint-Louis. En Mauritanie, la biomasse est estimée à partir des séries obtenues entre 1995 et 2008, en considérant la proportion moyenne de poisson dans ce pays au cours de cette période. En moyenne, 6 pour cent de la biomasse totale de maquereau se trouverait dans la zone mauritanienne. En 2009, l'estimation de cette biomasse s'élevait à 1 024 000 tonnes, dont 959 000 tonnes au nord du Cap Blanc. Elle a baissé par rapport aux 1 300 000 tonnes enregistrées en 2008 (Figure 5.3.2b).

La campagne de recrutement a été effectuée au Maroc et en Mauritanie au cours de la même période que d'habitude (novembre 2009-janvier 2010). Les indices d'abondance des classes 0+ et 1+ sont présentés dans le Tableau 5.3.2c et sur la Figure 5.3.2c.

Tableau 5.3.2c: Indices d'abondance des juvéniles de maquereau dans la sous-région à partir des campagnes de recrutement (en millions)

Année	Classes d'âge	
	0+	1+
2003	4 538	1 024
2004	3 528	916
2005	4 344	1 403
2006	1 883	2 120
2007	1 233	569
2008	2 785	567
2009	2 840	2 335

Les concentrations des recrues sont généralement localisées aux mêmes endroits que lors des campagnes réalisées entre 2003 et 2008. Au Maroc, les plus fortes concentrations de juvéniles se trouvent entre les latitudes 27°10'N et 29°00'N et entre 21°00'N et 25°30'N. En Mauritanie, les plus fortes densités sont observées au large du Cap Blanc et au niveau de la côte située entre 18°00'N et 19°00'N.

Entre 2003 et 2005, l'indice de la classe 0+ s'est stabilisé autour de 4 000 millions de recrues. Cet indice a chuté en 2006 et 2007 et a ensuite repris une tendance orientée à la hausse pour atteindre 2 840 millions de recrues en 2009 (Tableau 5.3.2c). Il reste toutefois légèrement inférieur à la moyenne de l'ensemble de la série.

L'indice de la classe 1+ s'élevait à 2 335 millions de recrues en 2009, principalement concentrées au nord du Cap Blanc. C'est le plus élevé de toute la série. L'indice de cette classe d'âge a connu une baisse de l'ordre de 16 pour cent par rapport à celui qui était le sien à 0+.

Campagnes nationales

N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

En 2009, le navire de recherche marocain AL AMIR MOULAY ABDALLAH a effectué quatre campagnes acoustiques entre le Cap Cantin et le Cap Blanc. Les biomasses du maquereau estimées lors de ces campagnes sont résumées dans le Tableau 5.3.2d. La zone située entre le Cap Cantin et le Cap Spartel n'a par contre pas pu être couverte cette année.

Tableau 5.3.2.d: Biomasse estimée (en tonnes) de maquereau dans la sous-région lors des prospections acoustiques du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH en 2009

Juillet 2009		Novembre 2009	
Cap Cantin – Cap Boujdour	Cap Boujdour – Cap Blanc (16-28/07)	Cap Cantin – Cap Boujdour	Cap Boujdour – Cap Blanc (14-25/11)
699 000	141 000	543 000	601 000

Dans la zone A+B, entre le Cap Cantin et le Cap Boujdour, le maquereau était très présent en juillet. Sa biomasse a été estimée à 699 000 tonnes, ce qui représente une forte hausse par rapport aux 277 000 tonnes estimées pendant la même période en 2008. Durant la campagne de décembre, le maquereau a été évalué à 543 000 tonnes.

Entre le Cap Boujdour et le Cap Blanc, la biomasse calculée en novembre 2009 s'élevait à 601 000 tonnes, affichant ainsi une très forte hausse par rapport aux 140 000 tonnes estimées en juillet dans la même zone.

N/R AL AWAM

En 2009, en plus des deux campagnes habituelles réalisées en mars et novembre à bord du N/R AL AWAM, les évaluations acoustiques en Mauritanie ont été renforcées par une troisième campagne

menée au mois de juillet à bord de ce navire. Les résultats des estimations de ces trois campagnes sont présentés dans le Tableau 5.3.2e.

Tableau 5.3.2.e: Biomasse estimée (en tonnes) de maquereau dans la sous-région lors des prospections acoustiques du N/R AL AWAM en 2009.

Mars 2009 (11-22/11)		Juillet 2009 (3-12/07)		Novembre 2009 (8-18/11)	
Cap Timiris – Saint-Louis	Cap Blanc – Cap Timiris	Cap Timiris – Saint-Louis	Cap Blanc – Cap Timiris	Cap Timiris – Saint-Louis	Cap Blanc – Cap Timiris
79 200	11 400	0	0	0	4 300

Durant la campagne réalisée en mars, la biomasse a été estimée à 90 000 tonnes essentiellement détectées dans la zone nord sur des fonds inférieurs à 70 m. En juillet, on a relevé aucune présence de maquereaux dans l'ensemble de la zone mauritanienne. En novembre, une faible quantité de 4 300 tonnes a été estimée près du Cap Blanc.

N/R ITAF DEME

En 2009, aucune campagne de prospection acoustique n'a été menée dans les eaux sénégalaises et gambiennes à cause d'une panne du N/R ITAF DEME. Étant donné que seulement de faibles traces de maquereau sont détectées dans les eaux sénégalaises et gambiennes au mois de novembre dans l'ensemble de la série des campagnes acoustiques de la sous-région, l'indice de la biomasse est considéré nul au Sénégal en novembre 2009.

5.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

L'intensité d'échantillonnage au cours de l'année 2009 est présentée dans le Tableau 5.4.1.

Maroc

Depuis 2004, l'échantillonnage a progressé dans la région située au nord du Cap Boujdour (zone A+B) exploitée par les senneurs côtiers marocains. Alors que 130 échantillons comprenant 6 319 individus avaient été prélevés en 2004, on a collecté 262 échantillons contenant 16 679 individus en 2008 et 175 échantillons contenant 11 700 individus en 2009. La plus grande partie de cet échantillonnage est effectuée dans la zone A où les prélèvements ont été réalisés pendant toute l'année. Dans la zone B, l'échantillonnage n'a pas couvert le premier trimestre.

Pour la pêcherie Sud (entre le Cap Boujdour et le Cap Blanc), 17 échantillons comptant 740 individus ont été collectés en 2009 au sien de la flotte marocaine. En 2008, on avait collecté 124 échantillons contenant 26 113 individus.

L'intensité d'échantillonnage est orientée à la baisse depuis 2005: 9,3 échantillons pour 1 000 tonnes cette année-là, 2,7 en 2007, 1,8 en 2008 et 0,2 en 2009. Cette chute en 2009 est principalement due à l'absence d'échantillonnage sur les bateaux russes et ukrainiens au nord du Cap Blanc.

Mauritanie

Dans la pêcherie mauritanienne, l'échantillonnage est effectué à bord des chalutiers pélagiques par des scientifiques de l'IMROP et des observateurs russes.

En 2009, 121 échantillons comprenant 5 406 individus ont été réalisés, contre 74 échantillons comprenant 9 307 individus prélevés en 2008. Soixante et onze pour cent des échantillons sont prélevés à bord des bateaux russes et ukrainiens.

L'intensité d'échantillonnage est orientée à la baisse depuis 2006. De 6,2 échantillons pour 1 000 tonnes cette année-là, elle est passée à 4,2 en 2008 et à 2,6 en 2009.

Sénégal

Au Sénégal, l'échantillonnage est réalisé sur les débarquements de la flottille artisanale. En 2009, 22 échantillons et 2 514 individus ont été collectés contre 18 échantillons et 2 273 individus en 2008. L'intensité d'échantillonnage était de 4,4 échantillons pour 1 000 tonnes, en hausse par rapport à 2008 (3,7 échantillons pour 1 000 tonnes).

5.5 Données biologiques

Fréquences de taille

Captures commerciales

La composition en tailles des captures de maquereau réalisée dans les zones A, B et C (au nord du Cap Blanc) au cours de l'année 2009 a été établie sur la base des données marocaines. En Mauritanie, elle est basée sur les données russes et espagnoles collectées à Las Palmas. Pour le Sénégal, elle est établie à partir de l'échantillonnage effectué sur la pêche artisanale sénégalaise. La distribution des fréquences de taille de maquereau a été analysée pour les deux stocks Nord et Sud pendant la période 2004-2009 (Figures 5.5.1a, b).

Les tailles prélevées dans les débarquements des senneurs marocains de la zone A+B (stock Nord) en 2006 ont montré une structure bimodale avec un mode principal de jeunes individus à 12 cm et un mode secondaire à 20 cm. Les autres années, la structure des tailles a été unimodale avec un mode à 19 cm, 20 cm ou 21 cm.

Dans la pêcherie Sud, la structure des tailles des débarquements s'est caractérisée en 2006 par un mode principal à 23 cm et un autre secondaire à 33 cm. En 2007, trois modes principaux ont été relevés avec des pics à 20, 24 et 30 cm. En 2008, la structure était bimodale avec les pics à 22 et 24 cm et l'éventail des tailles était moins large que celui des deux années précédentes. En 2009 enfin, elle a affiché la présence d'un mode principal à 23 cm et un mode secondaire à 30 cm. il est important de souligner la présence de grandes tailles atteignant 42 cm et l'absence de tailles inférieures à 17 cm.

Campagnes acoustiques

Les structures des tailles du maquereau des zones au nord et au sud du Cap Boujdour estimées lors des campagnes acoustiques effectuées à bord des navires de recherche nationaux (N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH et N/R AL AWAM) en novembre-décembre 2009 sont présentées sur les Figures 5.5.2a et 5.5.2b.

Dans la zone A+B, les individus détectés présentaient des tailles variant entre 14 et 21 cm avec un mode prononcé à 19 cm.

Dans la partie située au nord du Cap Boujdour, les tailles étaient réparties entre 13 et 24 cm en 2009 et présentaient un mode prononcé à 19 cm. La structure des tailles estimée en novembre a affiché deux modes principaux à 18 et 23 cm. Ce mode était à 18 cm en 2008.

Dans la zone Sud, les tailles étaient comprises entre 15 et 29 cm en 2009 et présentaient deux modes à 18 et 23 cm. Durant la campagne de mars 2009, la structure des tailles détectées était très large (entre 9 et 39 cm), avec une forte présence des juvéniles dont la taille était comprise entre 9 et 16 cm.

En novembre 2009, la taille des individus détectés était comprise entre 22 et 33 cm, avec un mode à 25 cm. L'éventail des tailles de l'année 2008 était compris entre 16 cm et 29 cm avec une structure unimodale à 18 cm.

Composition par âges

La clé taille-âge est obtenue à partir de la répartition des échantillons russes de 2009 en groupes d'âge. Cette clé est ensuite utilisée pour l'estimation des effectifs et des poids moyens par âge dans l'ensemble de la sous-région. Les compositions en groupes d'âge estimés et les poids moyens par âge

de la région Nord, de la région Sud et de l'ensemble de la sous-région sont mis à jour dans le Tableau 5.6.3a et b.

Globalement, les poids moyens par groupe d'âge estimés en 2009 sont supérieurs à ceux de 2008, en particulier pour le poids moyen du groupe 5+ qui a presque doublé en 2009.

Paramètres de croissance

Les paramètres de croissance et les coefficients de la relation taille – poids sont calculés au moyen du programme Length Frequency Data Analysis (LFDA) 0.5 en utilisant les données d'échantillonnage effectué dans les ports marocains. Ces paramètres sont présentés dans le Tableau 5.5.1.

Tableau 5.5.1: Paramètres de croissance de *Scomber japonicus*

	K (an⁻¹)	L_{inf} (cm)	t₀ (an)	a	b	R²
Zone A+B	0,16	47,14	0,11	0,0027	3,3354	0,9689

Maturité

Les ogives de maturité par âge estimées à partir des données russes sont celles qui ont été calculées pour l'année 2007 (Tableau 5.5.2).

Tableau 5.5.2: Pourcentage de matures par classe d'âge de *Scomber japonicus*

Années/âge	0	1	2	3	4	5	6+
1992-2005	0	0,2	0,8	1	1	1	1

5.6 Évaluation

Évaluation de la qualité des données

Le Groupe de travail a procédé à une analyse exploratoire de la qualité des données des classes d'âge à partir des captures russes afin de tester la possibilité d'appliquer à cette espèce des évaluations par structure d'âge. Les coefficients de corrélation linéaire calculés entre les différentes classes d'âge et celles qui leur correspondent les années suivantes sont présentés dans le Tableau 5.6.1 et sur la Figure 5.6.1.

Tableau 5.6.1: Coefficient de corrélation linéaire entre les captures estimées des âges consécutifs des cohortes de maquereau

Groupe d'âge	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6
Coefficient de corrélation en 2008	0,76	0,69	0,56	0,56	0,52
Coefficient de corrélation en 2009	0,70	0,64	0,20	0,52	0,50

Dans l'ensemble, la corrélation entre les classes d'âge est inférieure en 2009 à celle de 2008. Elle est assez stable entre les deux années pour les coefficients relatifs aux classes d'âge 1–2, 2–3, 4–5 et 5–6, mais a fortement diminué pour le coefficient de la classe d'âge 3–4. Cette réduction serait due au fait que l'échantillonnage n'a pas couvert toutes les flottilles de pêche dans la zone C en 2009. Le Groupe de travail a décidé de maintenir ces données et a procédé à une simulation avec les modèles analytiques ICA (Patterson et Melvin, 1995) et XSA (Shepherd, 1999).

Modèle de production

Le modèle de production dynamique de Schaefer exécuté à l'aide d'une feuille de calcul Excel est utilisé pour l'évaluation. Une autre feuille de calcul Excel basée sur le même modèle est utilisée pour réaliser des projections des captures et des biomasses pour les quatre prochaines années en suivant différents scénarios d'aménagement (Annexe II).

Données

Les données de capture totale utilisées par le Groupe de travail sont les séries des captures de toute la sous-région au cours de la période 1999-2009.

Les indices de biomasse retenus pour cet ajustement sont les biomasses acoustiques de la série Nansen (N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et navires de recherche nationaux) qui débute en 1999.

Les paramètres relatifs à la croissance intrinsèque du stock r et à la capacité de charge K utilisés en tant qu'entrées pour le modèle sont les suivants:

Taux de croissance intrinsèque r	1,29
Capacité de charge K (en tonnes)	927 010

Résultats

Les résultats de l'ajustement du modèle global aux données de la série Nansen sont présentés dans le Tableau 5.6.2 et sur la Figure 5.6.2.

Tableau 5.6.2: Résumé des résultats d'ajustement du modèle global

Stock/indice de biomasse série Nansen	$B_{cur}/B_{0.1}$	B_{cur}/B_{MSY}	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
	130%	143%	122%	69%	77%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à $F_{0.1}$.

B_{cur}/B_{MSY} : Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à F_{MSY} .

F_{cur}/F_{SYcur} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable au niveau de biomasse actuelle.

F_{cur}/F_{MSY} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable maximale à long terme.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et $F_{0.1}$.

Les résultats indiquent que la biomasse du stock courant est supérieure à la biomasse cible $B_{0.1}$. Le niveau d'exploitation actuel est d'environ 23 pour cent inférieur au niveau de $F_{0.1}$. Les résultats obtenus indiquent que le stock est pleinement exploité comme au cours de l'année précédente.

Discussion

Durant les années passées, la stabilité observée au niveau de l'évolution des biomasses et des captures ne permettait pas un bon ajustement du modèle. L'ajustement est désormais meilleur avec les fluctuations observées au cours des dernières années. Le Groupe de travail a par conséquent décidé de retenir les résultats de cet ajustement avec le stock pleinement exploité.

Modèles analytiques

Les modèles ICA et XSA sont appliqués en testant l'effet de différents facteurs sur l'ajustement et la stabilité du modèle. Les critères d'ajustement sont la minimisation des résidus SSQ et la similarité des courbes de la SSB (Spawning Stock Biomass, la biomasse du stock reproducteur) et de la mortalité par pêche F au moyen d'une analyse rétrospective des données.

Le programme ICA permet une analyse statistique d'un ensemble de données structurées par âge fournissant des informations sur les incertitudes dans l'estimation du stock et la fiabilité des données. Les paramètres retenus pour l'ajustement sont la CPUE de la flottille de pêche, les périodes de pêche séparées et le niveau de sélection S du dernier âge. L'âge de référence utilisé est l'âge 3, le nombre d'années de la contrainte de séparabilité est 4 et le modèle d'exploitation du dernier âge est 1,7.

Saisie de données

Les données utilisées pour l'application des deux méthodes ICA et XSA sont celles des Tableaux 5.3.1, 5.5.2 et 5.6.3a et b. La mortalité naturelle adoptée est $M = 0,5/\text{an}$.

Pour le modèle XSA, la capturabilité dépend de la taille du stock pour les âges inférieurs à 2 et ne dépend pas des âges supérieurs à 3. Le nombre estimé des survivants est rétréci vers la moyenne de la population pour les âges inférieurs à 2. Le coefficient de mortalité estimé est rétréci vers F moyenne au cours des sept dernières années ou des deux âges supérieurs.

Résultats

Les principaux résultats de l'analyse sont présentés dans les Tableaux 5.6.4 et 5.6.5a, b, c et d ainsi que sur la Figure 5.6.3.

Tableau 5.6.4: Estimation de la mortalité par pêche des différents groupes d'âge avec les modèles ICA et XSA

Groupe d'âge	1	2	3	4	5
ICA	0,03	0,13	0,19	0,25	0,31
XSA	0,09	0,23	0,25	0,22	0,21

Les mortalités par pêche aux âges 2-6 au cours de la période 1992-2009 sont recalculées à partir de cet ajustement. Avec l'analyse ICA, la mortalité estimée pour l'année 2009 atteignait $0,24 \text{ an}^{-1}$, c'est-à-dire la valeur la plus faible de la période 1998-2009. Avec l'analyse XSA, cette mortalité était de $0,22 \text{ an}^{-1}$, ce qui représente la valeur la plus basse entre 2004 et 2009. Ces deux valeurs sont inférieures au coefficient de mortalité naturelle adopté $M = 0,5 \text{ an}^{-1}$. Les résultats des deux analyses ont montré que le niveau de l'effort de pêche déployé était légèrement au-dessus de l'effort recommandé tout en restant dans la marge de ce dernier.

Les courbes des SSB estimées par les deux modèles sont presque identiques. La comparaison entre les évolutions de la biomasse estimée et les captures est présentée sur la Figure 5.6.3. Les captures ont baissé en 2009 par rapport à 2008 et le niveau de la biomasse estimée par le modèle a particulièrement augmenté.

5.7 Projections

Projections du modèle de production

Le Groupe de travail a procédé à la projection des captures et de l'indice de biomasse du maquereau au cours des cinq prochaines années en suivant différents scénarios. Les résultats de la projection sont présentés sur les Figures 5.7.1 et 5.7.1b..

Deux scénarios ont été retenus:

1^{er} scénario (status quo): Le maintien de l'effort de pêche à son niveau actuel suppose qu'il n'y a pas de changement dans la stratégie des flottilles alors que le niveau de l'effort reste le même. Cela entraînera une légère réduction de la biomasse en 2010 par rapport à 2009 qui se stabilisera ensuite au même niveau. Les captures augmenteront quant à elles légèrement en 2010, à un niveau proche de la MSY et diminueront en 2011 d'environ 10 pour cent par rapport à la MSY. Elles resteront stables ensuite.

2^{ème} scénario (réduction de 10 pour cent de l'effort): Dans le cas d'une réduction de 10 pour cent de l'effort par rapport à son niveau actuel, et après une légère baisse en 2010, l'indice de la biomasse se maintiendra à long terme à un niveau de production environ 15 pour cent supérieur au niveau de production soutenable B_{MSY} . Les captures baisseront en 2010 et 2011 à cause de la réduction de l'effort puis se stabiliseront à un niveau relativement proche de celui qui correspond à $F_{0.1}$.

Projections ICA

La projection du modèle ICA est effectuée sur deux ans. Ses résultats sont présentés sur la Figure 5.7.2.

- Pour maintenir en 2011 le niveau actuel des captures, il faudrait un taux de recrutement d'environ 7 000 millions d'individus, ce qui correspond à une moyenne stable si on considère les 5 dernières années.

- Il est peu probable que le recrutement des années 2011-2012 corresponde à la moyenne du recrutement de la période 1992-2009 est faible. Dans ce cas, la biomasse ne représenterait de toute façon que 85 pour cent de celle calculée en 2010. Elle resterait inférieure à celle calculée pour l'année 2009.

Le résultat de la projection du modèle analytique rejoint donc celui du modèle global: le stock est pleinement exploité. À la lumière de ces résultats et étant donné l'incertitude liée à la qualité des données d'entrée du modèle, le Groupe de travail recommande par conséquent de ne pas dépasser une capture maximale de 230 000 tonnes.

5.8 Recommandations d'aménagement

Suite aux résultats obtenus avec l'évaluation globale et l'évaluation analytique, et à la lumière de l'amélioration constatée au niveau des indices de biomasse et de recrutement, le Groupe de travail recommande que les captures ne dépassent pas la capture moyenne des cinq dernières années qui est de 230 000 tonnes.

5.9 Recherche future

Suivi des recommandations de l'année précédente

Seule la recommandation relative à la collecte des otolithes a été suivie. Cette collecte et la lecture des otolithes ont été réalisées par les chercheurs du N/R ATLANTNiro.

Recommandations futures

Étant donné que les recommandations de l'année dernière ont été peu ou pas suivies, elles sont reconduites cette année:

- Entreprendre des études sur l'identité du stock dans la région.
- Assurer l'échantillonnage biologique pour l'ensemble des pêcheries de la sous-région.
- Renforcer la collecte et la lecture des otolithes afin de déterminer des clés taille-âge par pêcherie et/ou par zone.

6. ANCHOIS

6.1 Identité du stock

En l'absence d'études sur l'identité des stocks de cette espèce, le Groupe de travail ne prend en compte qu'un seul stock pour l'ensemble de la sous-région.

6.2 Les pêcheries

Au large de l'Afrique nord-occidentale, les anchois sont pêchés uniquement au Maroc et en Mauritanie. Au Maroc, ils sont ciblés par une flottille de senneurs espagnols dans la zone Nord et par une flottille de sardiniers marocains dans les zones Nord, A et B. Cette espèce n'est pas ciblée par la pêcherie pélagique industrielle en Mauritanie où elle est considérée comme une prise accessoire.

Captures totales

Les captures d'anchois sont indiquées dans le Tableau 6.2.1 et sur la Figure 6.2.1. En 2009, les captures d'anchois dans la sous-région ont encore baissé pour passer de 122 000 tonnes environ en 2008 à 115 000 tonnes environ en 2009. Cette diminution est enregistrée en Mauritanie avec une réduction des captures d'environ 7 000 tonnes dans la flottille UE (Estonie, Lettonie, Lituanie, et Pologne) issue de l'ex-URSS. Au Maroc, on constate aussi une légère diminution des captures de la flottille marocaine dans la zone B à environ 7 000 tonnes en 2009 (10 000 tonnes en 2008) (Figure 6.2.1).

En 2009, environ 85 pour cent des captures totales d'anchois dans la sous-région ont été réalisées en Mauritanie. Elles sont passées de 8 pour cent de la capture totale en 1995 à plus de 95 pour cent en 2003. En 2004 et 2005, les captures ont diminué en Mauritanie de 47 pour cent avant d'augmenter régulièrement en 2006 et 2007 et de baisser à nouveau en 2008 et 2009. Les captures des flottilles russes et ukrainiennes représentent 75 pour cent de la capture totale déclarée en Mauritanie. Mais plusieurs indices montrent que la plus grande partie des captures déclarées en Mauritanie comme étant d'anchois pourrait être composée de juvéniles de chinchards ou d'autres espèces transformés en farine et devenant de ce fait impossibles à identifier.

Au Maroc, les captures d'anchois ont baissé de 13 pour cent en 2009 par rapport à 2008 malgré l'introduction d'une nouvelle flottille de l'UE, de la Fédération de Russie et d'Ukraine dans la zone C. La majorité de ces captures sont réalisées dans les zones A et B avec plus de 12 000 tonnes. Dans la zone Nord, on constate une diminution des captures des senneurs espagnols de l'ordre de 23 pour cent par rapport à 2008 (Tableau 6.2.1).

Effort de pêche

L'effort de pêche relatif à l'anchois correspond à l'effort global des senneurs côtiers ciblant l'ensemble des petits pélagiques au Maroc et en Mauritanie. La flottille espagnole est composée de 17 senneurs actifs dans la zone Nord du Maroc qui ont passé 634 jours en mer.

Développements récents

En 2009, aucun développement de la pêcherie d'anchois n'a été observé dans la sous-région.

6.3 Indices d'abondance

6.3.1 Capture par unité d'effort

Les CPUE ne peuvent pas être calculées à cause de l'absence de données relatives à l'effort de pêche des flottilles qui ciblent cette espèce.

6.3.2 Campagnes acoustiques

Campagnes régionales coordonnées

En 2009, une campagne régionale coordonnée a été effectuée en novembre par les navires de recherche nationaux AL AMIR MOULAY ABDALLAH au Maroc et AL AWAM en Mauritanie. Les indices d'abondance d'anchois estimés par ces navires ont été convertis à partir des facteurs de conversion de la campagne d'intercalibration entre le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH en 2006 et de celle entre le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et le N/R AL AWAM en 2005 (Tableau 1.7.1). La Figure 6.3.1 montre que la biomasse globale a chuté dans la sous-région en 2009 par rapport à 2008, principalement dans la zone mauritanienne.

N/R ATLANTIDA

Le N/R ATLANTIDA a effectué en 2009 une campagne de recrutement en janvier et une campagne acoustique en août uniquement au nord du Cap Blanc. La campagne acoustique a estimé la biomasse d'anchois au nord du Cap Blanc à 18 000 tonnes.

Campagnes nationales

N/R AL AWAM

En 2009, trois campagnes acoustiques ont été effectuées par le N/R AL AWAM en mars, juillet et novembre. En mars, la biomasse estimée était de l'ordre de 130 000 tonnes. Elle était essentiellement composée de juvéniles dans la zone du Cap Blanc et d'individus adultes au sud du Cap Timiris.

En novembre, cette abondance a considérablement chuté par rapport à la série chronologique de ce navire pour atteindre 500 tonnes. Cette faible détection a été entièrement observée au sud du cap Blanc et près de la côte. Elle était composée de juvéniles de petites tailles variant entre 4 et 6 cm (Tableau 6.3.1a).

N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

En 2009, le navire de recherche AL AMIR MOULAY ABDALLAH a effectué quatre campagnes acoustiques en juin-juillet et en novembre-décembre. Au cours des campagnes de juin-juillet, la biomasse du stock d'anchois a été estimée à 25 000 tonnes dans la zone Centre et Sud.

Durant les campagnes de novembre-décembre 2009, une biomasse 22 300 tonnes d'anchois a été enregistrée entre le cap Cantin et le cap Blanc (Tableau 6.3.1). Les estimations de biomasse dans l'ensemble de la zone prospectée par ce navire en 2009 ont baissé de façon assez importante par rapport à celles de 2008 et 2007 (Figure 6.3.1).

Tableau 6.3.1: Estimations de la biomasse d'*Engraulis encrasicolus* en Afrique nord-occidentale en 2009 (en tonnes)

	Cap Cantin-Sidi Ifni AL AMIR (juillet)	Sidi Ifni-Cap Blanc AL AMIR (juillet)	Cap Cantin-Cap Blanc AL AMIR (décembre)	Cap Safi-Saint-Louis ATLANTIDA (juillet-août)	Sud Cap Blanc AL AWAM (novembre)
<i>E. encrasicolus</i>	20 000	5 000	22 300	4 247	500

N/R ITAF DEME

Le navire de recherche ITAF DEME n'a effectué aucune campagne en 2009.

6.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

L'intensité d'échantillonnage d'*Engraulis encrasicolus* en 2008 et 2009 au Maroc et en Mauritanie est présentée dans le Tableau 6.4.1.

Dans la zone Nord du Maroc, l'équipe scientifique de l'IEO a prélevé 9 échantillons comprenant 741 mensurations d'anchois en 2009, ce qui constitue une diminution de l'intensité d'échantillonnage de plus de 45 pour cent par rapport à 2008.

Dans la zone A, 77 échantillons ont été prélevés et 15 343 individus mesurés en 2009. Des otolithes ont été prélevés sur 347 individus. L'intensité d'échantillonnage a ainsi augmenté de 1,1 échantillon pour 1 000 tonnes en 2008 à 1,4 échantillons pour 1 000 tonnes en 2009. Dans la zone B, on observe également une amélioration de l'échantillonnage en 2009 par rapport à 2008 avec le prélèvement de 12 échantillons durant les deux premiers trimestres qui représentent 1 858 mensurations et 30 otolithes prélevés pour l'étude d'âge.

Aucun échantillon n'a été prélevé en 2009 dans la zone C et en Mauritanie.

6.5 Données biologiques

En 2009, les données biologiques disponibles relatives à l'anchois étaient trois séries de fréquence de taille collectées au Maroc dans les débarquements des senneurs espagnols opérant dans la zone Nord, par l'équipe scientifique de l'IEO, et dans les zones A+B, par l'INRH.

La Figure 6.5.1 présente la composition par taille des captures des sardiniers marocains dans la zone Nord, dans la zone A et dans la zone B. Au nord les anchois présentaient des tailles comprises entre 12 et 17 cm avec deux modes à 14,5 et 15,5 cm. Dans la zone A, la taille des individus variait de 9 à 16,5 cm avec une taille modale à 14 cm. Dans la zone B, les tailles étaient comprises entre 9 à 16,5 cm avec un mode à 13,5 cm.

Les fréquences de taille collectées lors les campagnes acoustiques de novembre-décembre 2009 par le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH au Maroc et le N/R AL AWAM en Mauritanie sont présentées sur la Figure 6.5.2. Elles montrent que les tailles d'anchois dans la zone A+B étaient comprises entre 7 et 16 cm avec des modes à 11 et 12 cm. Dans la zone C au nord du Cap Blanc, les

tailles étaient comprises entre 7 et 11 cm avec un mode à 8 cm. Dans la zone C au sud du Cap Blanc, les anchois détectés lors de la campagne étaient composés des juvéniles de 4 à 6 cm.

La campagne de recrutement du N/R ATLANTIDA a montré que la taille des anchois était comprise entre 5 et 15 cm, avec deux modes à 8 et 10,5 cm, au sud du Cap Blanc. Dans la zone au nord du Cap Blanc, la taille des poissons était comprise entre 5,5 et 17 cm avec deux modes à 14 et 9 cm (Figure 6.5.3).

6.6 Évaluation

En 2009, les données disponibles au sujet de la pêcherie d'anchois dans la sous-région n'ont pas permis d'utiliser un modèle de production. Des séries de fréquence de taille provenant de la pêcherie marocaine (zones Nord et A+B) ont été utilisées pour appliquer le modèle de la LCA et le modèle de rendement par recrue de Thomson et Bell en utilisant les résultats de la LCA. Les deux modèles utilisés sont décrits dans Sparre et Venema (1996).

Saisie de données

En raison de l'absence des données biologique et des fréquences en taille de l'anchois dans la zone mauritanienne, le Groupe de travail n'a utilisé que les données d'échantillonnage des débarquements réalisés dans les zones Nord et A+B du Maroc en 2008 et 2009. Une moyenne des fréquences de taille rapportée à la capture totale des zones concernées a été utilisée pour ces deux années. La matrice finale concerne les individus dont la taille est comprise entre 8,5 et 18 cm.

Les paramètres de croissance utilisés ont été obtenus à partir d'une étude réalisée au niveau de la zone A par l'INRH en 2008 (Tableau 6.6.1). La valeur de la mortalité naturelle de 1,5 par an est obtenue à partir des travaux réalisés en Mauritanie dans le cadre de la thèse de Ba Ibrahima en 1988.

Tableau 6.6.1: Paramètres de croissance pour *Engraulis encrasicolus* au Maroc en 2008

Paramètres de croissance			Relation taille – poids		
L_{∞} (cm)	$K \text{ an}^{-1}$	$t_0 \text{ an}$	a	b	r^2
17,259	1,2	-0,33	0,004	3,2051	0,89

Résultats

Le diagnostic du modèle indique que la mortalité par pêche courante est très proche de la mortalité par pêche correspondant à $F_{0.1}$ (Figures 6.7.1 et 6.7.2). Les résultats montrent que le stock est pleinement exploité.

Discussion

Il ressort des discussions sur la qualité et la disponibilité des informations relatives à cette espèce que les données sont insuffisantes pour différentes zones de pêche et notamment en Mauritanie. Alors que les captures d'anchois en Mauritanie pourraient constituer plus de 85 pour cent de la capture totale de cette espèce dans la sous-région, aucune donnée biologique ou d'effort n'est disponible à leur sujet pour l'ensemble de la période. Au Maroc, les données biologiques ne sont disponibles que dans les zones Nord et A+B. Une incertitude demeure en outre quant à l'unité du stock. La valeur de la mortalité naturelle qui n'a été estimée qu'en Mauritanie a une forte influence sur les résultats du modèle. La courte espérance de vie des anchois, deux ans au maximum, est telle que l'abondance reste en effet tributaire des variations de recrutement et les résultats des campagnes acoustiques (Figure 6.3.1) présentent des fluctuations des indices d'abondance. En raison des considérations précédemment énoncées, le diagnostic de pleine exploitation issu du modèle devra donc être considéré avec prudence.

6.7 Projections

Le Groupe de travail n'est pas en mesure de réaliser des projections à cours et à moyen terme sur les stocks d'anchois de la sous-région en raison de la forte variabilité interannuelle de l'abondance et de la vie brève de cette espèce.

6.8 Recommandations d'aménagement

Dans l'attente d'une meilleure identification des stocks d'anchois dans la sous-région et de statistiques de pêche plus fiables, le Groupe de travail recommande comme approche de précaution de ne pas augmenter l'effort et la capture actuelle (116 000 tonnes).

6.9 Recherche future

Suivi des recommandations de l'année dernière

Suite à la recommandation du Groupe de travail relative à la reprise des études sur l'identité des stocks d'anchois dans la sous-région, l'INRH envisage la réalisation d'études génétiques sur cette espèce.

Comme les recommandations du Groupe de travail de 2009 n'ont pas été suivies entièrement d'effets, ce dernier réitère cette année les recommandations suivantes:

- Collecter des données d'effort dans les séries chronologiques pour l'évaluation du stock.
- Mener des études sur la composition en taille et en espèce des captures de petits pélagiques des pêcheries industrielles mauritaniennes.
- Intensifier l'échantillonnage dans les différents segments de la pêcherie pour bien identifier et distinguer l'anchois dans les captures déclarées ou transformées.

7. ETHMALOSE

7.1 Identité du stock

Le Groupe de travail a maintenu le principe d'un stock unique et la description détaillée de ce dernier est fournie dans son rapport 2007. Dans la région, l'ethmalose d'Afrique de l'ouest (*Ethmalosa fimbriata*) est principalement concentrée au Sénégal, en Gambie et en Mauritanie.

7.2 Les pêcheries

L'ethmalose est une espèce principalement exploitée par les pêcheries artisanales en Gambie, au Sénégal et plus récemment en Mauritanie. Elle est surtout pêchée au moyen de filets maillants encerclants. Les captures d'ethmalose sont principalement réalisées en Gambie où elles représentent environ 56 pour cent des captures totales de cette espèce dans la région. Cette pêcherie est l'une des principales sources de protéines animales, d'emplois et de revenus pour les communautés de pêcheurs vivant le long de la côte gambienne.

Captures totales

Le Tableau 7.2.1 et la Figure 7.2.1 présentent les captures totales d'ethmalose dans la sous-région.

Les captures totales d'ethmalose dans la sous-région sont restées relativement stables au cours des quatre dernières années de la série (2006-2009). Avant, elles avaient baissé de 49 000 tonnes en 2001, la plus grande capture de la série, à environ 21 000 tonnes en 2006 (Figure 7.2.1). Les captures d'ethmalose en Gambie et au Sénégal présentent une tendance orientée à la baisse depuis 2003 avec quelques fluctuations. En Gambie, on a cependant observé des niveaux de capture stables au cours des quatre dernières années alors qu'au Sénégal elles ont légèrement fluctué au cours de cette période. La moyenne estimée des captures de cette espèce au cours des cinq dernières années s'élève à environ 24 000 tonnes. L'augmentation marquée des captures d'ethmalose en Mauritanie en 2009 a été

attribuée à la création d'une usine de farine de poisson dans ce pays. Elle fait suite à une quasi-absence de captures d'ethmalose en 2008 en raison d'un manque de débouchés commerciaux cette année-là.

Effort de pêche

Le tableau 7.2.2a présente l'effort total de pêche du bonga du Sénégal et le tableau 7.2.2b présente l'effort des pêcheries artisanales gambienne et sénégalaise ayant recours aux filets maillants-encerclants au cours des années pour le nombre de campagnes de pêche. Aucune donnée de l'effort de pêche est disponible pour la Mauritanie.

Développements récents

Des systèmes de collecte des paramètres biologiques et des données statistiques sont en train d'être mis en place en Mauritanie et en Gambie pour affronter le problème du manque de données.

7.3 Indices d'abondance

7.3.1 Capture par unité d'effort

L'estimation de la CPUE a été calculée à partir des données d'effort fournies par le Sénégal et la Gambie (2006-2009) (Figure 7.3.1). Les segments des pêcheries artisanales qui ciblent l'ethmalose au Sénégal et en Gambie utilisent le même type d'embarcations et de filets (filets maillants encerclant) et leurs CPUE sont donc compatibles. Dans l'ensemble, ces CPUE baissent depuis 2001. Elles sont ainsi passées de 1,76 tonne par sortie en 2001 à 0,82 tonne en 2006 avant de remonter à 1,04 tonne en 2009 (Figure 7.3.1).

7.3.2 Campagnes acoustiques

L'ethmalose étant une espèce d'estuaire très présente dans des eaux peu profondes, les campagnes acoustiques ne peuvent pas être menées pour estimer la biomasse de l'espèce.

7.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

Un échantillonnage des débarquements de la pêcherie artisanale d'ethmalose a été réalisé au Sénégal et en Gambie en 2009. Dix-neuf échantillons de 965 individus ont été obtenus au Sénégal et 85 échantillons de 11 829 individus en Gambie. L'intensité d'échantillonnage en Gambie a progressé de 2 à 5 échantillons pour 1 000 tonnes entre 2008 et 2009 (Tableau 7.4.1).

7.5 Données biologiques

Le Groupe de travail disposait de données relatives à la fréquence de taille des pêcheries commerciales en 2009 au Sénégal et en Gambie. On ne disposait pas par contre de données relatives à la Mauritanie.

La composition en taille des captures de la pêcherie artisanale sénégalaise indique deux modes à 14 et 25 cm (Figure 7.5.1). En Gambie, les fréquences de taille étaient assez larges, avec un pic à 26 cm (Figure 7.5.2). Il est nécessaire d'obtenir davantage de données dans ce domaine pour mieux décrire la progression des modes au fil du temps.

En 2009, on ne disposait d'aucune donnée relative à *Ethmalosa fimbriata* issue des campagnes menées dans la sous-région.

7.6 Évaluation

Le Groupe de travail a décidé d'utiliser les données disponibles de fréquence de taille et des graphiques relatifs à la capture et à la CPUE ont été réalisés afin d'établir les tendances avant d'être utilisés dans l'évaluation du stock d'ethmalose.

Méthode

On a réalisé l'évaluation de l'état du stock d'*Ethmalosa fimbriata* dans la sous-région en utilisant le modèle de production logistique de Schaefer sur une feuille de calcul Excel. Le modèle est décrit en détail dans l'annexe II. Le Groupe de travail a également décidé d'examiner l'Analyse de cohorte de taille (LCA) et le rendement par recrue afin d'évaluer le stock en utilisant les données de fréquence de taille disponibles. On peut trouver une description détaillée de ces méthodes dans Sparre et Venema, 1996. On a utilisé les données de fréquence de taille de la pêche artisanale guinéenne ayant recours au filet maillant encerclant.

Saisie de données

Le modèle dynamique a été ajusté à l'aide des captures totales d'ethmalose dans la région (Tableau 7.3.1) et des indices d'abondance de la pêche artisanale au filet maillant encerclant (Figure 7.2.2). Les données d'effort de la pêche artisanale sénégalaise au filet maillant encerclant ont été utilisées en tant qu'indices d'abondance. Cette décision était fondée sur le fait que le segment de la pêche artisanale qui cible l'ethmalose en Gambie et au Sénégal utilise le même type d'embarcation et de filet.

On a utilisé les fréquences de taille de l'ethmalose dans la pêche commerciale de Gambie pour la LCA et les résultats de cette dernière en tant que données d'entrée pour le modèle de recrutement par recrue. Les paramètres biologiques de base et les fréquences de taille utilisés étaient ceux de Panfili *et al.* (2004) et du site <www.fishbase.org> (mai 2010). On a également utilisé une moyenne de la fréquence de taille des captures en Gambie en 2008 et 2009. La longueur des individus dans la matrice utilisée mesurait entre 17 et 37 cm.

Les paramètres de croissance utilisés sont présentés dans le Tableau 7.6.1. Une mortalité naturelle de 0,4/an a été estimée en utilisant la formule empirique de Pauly (FAO, 2005).

Tableau 7.6.1 : Paramètres de croissance d'*Ethmalosa fimbriata* dans la région en 2009

Paramètres de croissance			Rapport longueur-poids	
L_{∞} (cm)	K (an^{-1})	t_0 (an)	a	b
40.7	0,17	-0,84	0,0120	3,098

Résultats

L'ajustement du modèle de production n'était pas satisfaisant et le Groupe de travail n'a pas pris en considération ses résultats.

Les résultats de la LCA et du rendement par recrue ont révélé que la situation de la biomasse d'*Ethmalosa fimbriata* était satisfaisante, ce qui indique que ce stock est pleinement exploité.

Discussion

Le Groupe de travail a débattu au sujet de la qualité et de la disponibilité de l'information pour finalement convenir qu'il y a un problème de manque de données dans les pays où *Ethmalosa fimbriata* est pêchée. En raison de ce manque de données biologiques et relatives à la taille des poissons, le Groupe de travail estime que les résultats obtenus des analyses doivent être envisagés avec prudence.

7.7 Projections

Le Groupe de travail n'est pas en mesure de faire des projections sur le stock d'ethmalose pour les cinq prochaines années en raison des résultats peu fiables dont il dispose.

7.8 Recommandations d'aménagement

En guise de mesure de précaution, le Groupe de travail a recommandé que la capture et l'effort au Sénégal et en Gambie ne dépassent pas les niveaux de 2009.

7.9 Recherche future

Suivi des recommandations de l'an passé

À la suite des discussions relatives aux recommandations de l'an passé et aux données disponibles, il est apparu que les pays de la région ont réalisé un échantillonnage biologique limité et qu'aucun travail biologique commun n'a été fait entre la Gambie et le Sénégal en 2009. Il n'y a pas non plus d'éléments laissant supposer que des études ont été entreprises sur la distribution et la biologie de l'ethmalose dans la région.

Comme aucune des recommandations formulées l'an passé n'a été suivie d'effets, le Groupe de travail les a maintenues cette année:

- Le Sénégal est expressément invité à poursuivre ses échantillonnages biologiques d'ethmalose et devrait chercher à obtenir des données d'effort séparées pour les filets maillants ciblant cette espèce. Il devrait aussi intensifier son échantillonnage.
- La Mauritanie devrait améliorer la collecte des données statistiques et biologiques relatives à *E. fimbriata* pour permettre de meilleures analyses de l'état du stock.
- Un travail d'échantillonnage biologique commun devrait être développé entre la Gambie et le Sénégal.
- Des études sur la distribution et la biologie de l'ethmalose devraient être encouragées.

8. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Un résumé des évaluations et des recommandations d'aménagement formulées par le Groupe de travail est présenté ci-dessous:

Stock	Captures de la dernière année (2009) en milliers de tonnes (moy. 2005-2009)	*B/B _{0.1}	**F _{cur} /F _{0.1}	Évaluation	Recommandations d'aménagement
Sardine <i>S. pilchardus</i> (Zone A+B)	600 (478)	117%	87%	Pleinement exploité	À titre de précaution et en tenant compte des fluctuations observées dans ce stock, le Groupe de travail maintient les recommandations formulées en 2008: les captures ne devraient pas dépasser 400 000 tonnes en 2010.
Sardine <i>S. pilchardus</i> (Zone C)	318 (277)	160%	15%	Pas pleinement exploité	Le niveau total des captures peut être temporairement augmenté mais il devrait être ajusté aux changements naturels dans le stock. La structure et l'abondance de celui-ci devraient être étroitement suivies au moyen de méthodes indépendantes.
Sardinelles <i>S. aurita</i> <i>S. maderensis</i> <i>Sardinella</i> spp. (dans l'ensemble de la sous-région)	521 (455) 113 (124) 634 (579)	112% - 94%	223% - 195%	Surexploité Les captures actuelles de sardinelles ne sont pas durables. Elles doivent être réduites de façon à éviter un épuisement futur du stock.	Le Groupe de travail maintient les recommandations formulées en 2008 et les captures ne devraient pas dépasser 220 000 tonnes pour <i>S. aurita</i> en 2010 et 2011. L'effort de pêche devrait être réduit sur les deux espèces de sardine.
Chinchard <i>T. trachurus</i> <i>T. trecae</i> (dans l'ensemble de la sous-région)	120 (107) 347 (308)	72% 53%	164% 197%	<i>T. trachurus</i> et <i>T. trecae</i> sont surexploités.	À titre de précaution et en raison du caractère mixte des pêcheries de chinchard, il est recommandé de diminuer l'effort de 20% par rapport à 2009. Les captures totales des deux espèces ne devraient pas dépasser 330 000 tonnes en 2010.
Maquereau <i>Scomber japonicus</i> (dans l'ensemble de la sous-région)	244 (231)	130% 131% (ICA)	77% 60% (ICA)	Pleinement exploité	Le Groupe de travail recommande que le niveau de capture ne dépasse pas celui de la capture moyenne des cinq dernières années (2005-2009), c'est-à-dire 200 000 tonnes.
Anchois <i>Engraulis encrasicolus</i> (dans l'ensemble de la sous-région)	116 (116)	ND	107% (LCA)	Pleinement exploité	À titre de précaution, les niveaux de capture et d'effort ne devraient pas dépasser les niveaux actuels.
Ethmalose <i>Ethmalosa fimbriata</i> (dans l'ensemble de la sous-région)	21 (24)	ND	-	Pleinement exploité	À titre de précaution, le niveau d'effort en Gambie et au Sénégal ne devrait pas dépasser celui de 2009.

* Tous les points de référence se réfèrent au modèle de production sauf indication contraire.

État des stocks et des pêcheries

Même si on a observé d'importants changements du niveau d'abondance et d'exploitation de certains stocks, la situation générale des différents stocks est considérée identique à celle de 2009, exception faite du chinchard d'Europe (*Trachurus trachurus*) qui a été considéré surexploité cette année. Le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*) est toujours surexploité et le Groupe de travail sur les petits pélagiques recommande de diminuer les captures et l'effort de pêche sur les chinchards afin de garantir un prélèvement durable de ce stock.

Les captures de sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) sont élevées au cours des trois dernières années. Cela est probablement lié à un très bon recrutement en 2005. L'estimation de l'indice d'abondance pour l'année 2009 était lui aussi élevé. Cependant, en raison des incertitudes relatives aux indices d'abondance de l'an dernier, de l'absence de preuves d'une autre bonne classe d'âge depuis 2005 et des captures élevées observées au cours des dernières années qui ont dépassé le niveau que le stock peut supporter de façon durable sur le long terme, le Groupe de travail reste préoccupé et considère toujours que ce stock est surexploité. Le Groupe de travail réitère par conséquent les recommandations passées en matière d'effort de pêche sur cette espèce et de respect des niveaux de capture.

La situation du stock de sardine dans la Zone A+B semble s'être améliorée depuis 2006 et ce stock est désormais considéré comme pleinement exploité. Cependant, à titre de précaution et étant donné les fluctuations observées dans ce stock, le Groupe de travail maintient les recommandations formulées en 2008 et en 2009 : les captures ne devraient pas dépasser 400 000 tonnes.

On a également considéré que les stocks de maquereau (*Scomber japonicus*), d'anchois (*Engraulis encrasicolus*) et d'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) étaient pleinement exploités. Pour les deux derniers, le Groupe de travail a remarqué qu'il y avait encore des carences dans les données disponibles même si l'information disponible a progressé.

Comme lors de l'évaluation précédente, on a considéré que la sardine (*Sardina pilchardus*) ne présentait pas de signes de surexploitation dans la Zone C. Son indice de biomasse estimé à partir de la campagne régionale (indice Nansen) a un peu baissé en 2009 par rapport à 2008. Étant donné les fluctuations observées dans l'abondance de ce stock, son aménagement devrait être mené avec prudence.

Évaluations et données (modèles et campagnes)

Même si le modèle de production dynamique est le principal modèle utilisé pour l'estimation des stocks, l'information disponible sur la composition en taille des captures s'améliore pour certains stocks alors que des méthodes alternatives fondées sur cette information sont étudiées et appliquées à certains stocks. Dans le futur, le Groupe de travail entend encore développer ces méthodes de façon à diversifier l'analyse et à obtenir des estimations plus solides de l'état des stocks.

Étant donné l'importante variabilité des conditions environnementales dans la région étudiée, le Groupe de travail a de nouveau souligné le besoin d'étudier l'effet de la variabilité hydrographique et/ou écologique dans celle-ci ainsi que ses effets sur la dynamique des stocks, tout comme la nécessité d'examiner les possibilités de développement majeur du modèle de production afin de mieux prendre en compte ces facteurs.

Même si la quantité de données disponibles pour le Groupe de travail s'est améliorée au cours des dernières années, des problèmes persistent. La principale carence reste la fiabilité des données relatives à la taille et à l'âge de la plupart des stocks. L'étude de l'âge et de la croissance reste par conséquent une priorité pour le Groupe de travail. Les manques dans les données concernent la composition en espèce et en taille des débarquements et des rejets de la flottille industrielle en Mauritanie ainsi que la distribution en taille des captures au Maroc, en Gambie, au Sénégal et en Mauritanie. En ce qui concerne les séries de capture, des incertitudes demeurent en raison de la

communication sous-évaluée ou erronée de celles-ci (par exemple pour le chinchard et l'anchois en Mauritanie), des doutes quant aux rejets (par exemple de chinchard dans les pêcheries démersales), etc. Comme les évaluations de l'état actuel des différents stocks et l'exploitation de ces derniers dépendent étroitement des estimations de la capture passée et actuelle, des données incertaines ont des conséquences immédiates sur la qualité et la fiabilité de l'évaluation et des recommandations du Groupe de travail. Il faut donc affronter ces problèmes sans attendre et avec persévérance.

À partir de 2007, les navires de recherche nationaux ont succédé au N/R DR. FRIDTJOF NANSEN pour la réalisation des campagnes acoustiques des mois de novembre-décembre. De nombreuses évaluations effectuées par le Groupe de travail dépendent de ces séries chronologiques et ce dernier renouvelle la recommandation de l'an passé, à savoir qu'une analyse minutieuse des propriétés et de la fiabilité de ces séries de données devrait être entreprise suivant un cadre de référence commun. Le Groupe de travail est aussi très préoccupé par le fait qu'une partie des stocks n'est pas couverte pendant les campagnes coordonnées, ce qui peut avoir des effets sur les résultats de l'évaluation.

Points de référence et conseils en matière d'aménagement

Comme lors des trois dernières années, le Groupe de travail a estimé les principaux points de référence pour l'aménagement des stocks de petits pélagiques dans la région. Il a également réalisé des projections sur les rendements futurs et le développement de l'état des stocks suivant différents scénarios pour envisager des mesures d'aménagement. Les conseils relatifs à l'aménagement de ces stocks sont formulés à partir des points de référence et des projections. Ils fournissent des indications pour l'aménagement des différents stocks d'espèces pélagiques et le développement de ces derniers de façon à les exploiter au mieux. Ces recommandations sont fournies en termes de niveau d'effort et de capture. Comme la plupart des stocks sont partagés dans la région entre deux pays ou plus, le Groupe de travail recommande vivement de renforcer la coopération régionale en matière de recherche et d'aménagement.

Le Groupe de travail a remarqué que plusieurs usines de farine de poisson ont été créées récemment dans les pays côtiers de la région. Ces dernières représentent une menace potentielle pour les espèces de petits pélagiques, en particulier pour les sardinelles.

9. RECHERCHES FUTURES

Le Groupe de travail recommande que les domaines de recherche identifiés les années passées soient poursuivis en 2010/2011. Il recommande donc de mener les actions suivantes:

1. Toutes les données pour le prochain Groupe de travail doivent être préparées et envoyées au président de chaque groupe d'espèce et à la FAO au plus tard deux semaines avant la première partie de la prochaine réunion. Les sections finalisées (textes, Tableaux et figures) sur les pêcheries et les tendances du rapport (sous-sections 1–5 des chapitres relatifs aux espèces) devraient circuler parmi les membres du Groupe avant la deuxième partie de la réunion qui aura lieu au Maroc en avril-mai 2011. Les données de capture, d'effort, de taille et d'âge devraient être fournies sur une base mensuelle ou trimestrielle pour la prochaine réunion.
2. Les campagnes acoustiques et les activités liées à ces dernières, comme la coordination entre les pays et l'intercalibration, devraient être poursuivies de façon à conserver et améliorer les séries chronologiques. Les estimations de l'abondance acoustique devraient être divisées par zones et par classes de taille. Le travail d'évaluation dépend étroitement de la qualité des estimations acoustiques et il est par conséquent fortement recommandé que les navires participant aux campagnes dans la région réalisent et coordonnent des intercalibrations. Les difficultés récurrentes qui empêchent le navire sénégalais de participer à cette activité ont dès lors été soulignées avec grande préoccupation et le Groupe de travail invite expressément le Sénégal à trouver une solution de façon à garantir une couverture complète des principaux stocks partagés de petits pélagiques dans le futur.

3. De nouvelles analyses des résultats des campagnes parallèles et coordonnées devraient être réalisées de façon à garantir une suite aux séries chronologiques de novembre-décembre relatives aux principales espèces de petits pélagiques, ainsi que des analyses plus approfondies des résultats des différentes campagnes effectuées dans la région. Une activité particulière garantissant la disponibilité de séries d'abondance indépendantes et fiables des pêcheries pour l'évaluation menée par le Groupe de travail devrait enfin être entreprise avant la prochaine réunion. Le président du Groupe de travail sur les petits pélagiques doit présenter un plan d'action à ce sujet dès que possible afin de garantir sa mise en œuvre.
4. Le Groupe de travail a apprécié les efforts fournis par la Gambie en vue d'assurer le financement des campagnes régionales et encourage le Sénégal et la Gambie à poursuivre leurs efforts pour mobiliser des fonds permettant de mener des campagnes acoustiques régionales d'un commun accord de façon à garantir une couverture régionale des stocks de petits pélagiques.
5. Les campagnes de recrutement des chinchards, du maquereau et de la sardine devraient être poursuivies et doivent couvrir l'ensemble de la sous-région. Il faudrait aussi envisager et étudier la possibilité de mener de telles campagnes sur les sardinelles.
6. Des activités de recherche visant une meilleure compréhension de l'effet des changements environnementaux sur la dynamique des stocks pélagiques devraient être encouragées.
7. Il faut continuer à améliorer l'échantillonnage en augmentant le nombre d'échantillons et le nombre d'individus dans chaque échantillon couvrant toutes les tailles. Tous les segments de flottille et tous les trimestres devraient être couverts. Chaque sous-groupe doit garantir que la composition en taille de la capture et de la campagne soit organisée de façon à pouvoir être exploitée par le Groupe de travail avant la prochaine réunion.
8. Le travail de lecture d'âge de la sardine et de la sardinelle doit être renforcé grâce à un échantillonnage régulier et à une lecture de toutes les classes de taille tout au long de l'année, ainsi qu'une stimulation des échanges régionaux d'échantillons et des résultats.
9. Le développement et l'amélioration des méthodes d'évaluation doivent être poursuivis. La version du modèle de production utilisée par le Groupe de travail doit être développée en incluant d'autres versions de la fonction de production, des indices d'abondance multiple et des estimations de l'incertitude ainsi que d'autres méthodes.

REFERENCES/RÉFÉRENCES

- FAO.** 2001. *Report of the FAO Working Group on the assessment of small pelagic fish off northwest Africa*. Nouadhibou, Mauritania, 24–31 March 2001. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Nouadhibou, Mauritanie, 24–31 mars 2001. FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 657. Rome, FAO. 133p.
- FAO.** 2002. *Report of the FAO Working Group on the assessment of small pelagic fish off northwest Africa*. Banjul, Republic of Gambia, 5–12 April 2002. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Banjul, République de Gambie, 5–12 avril 2002. FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 686. Rome, FAO. 97p.
- FAO.** 2003. *Report of the FAO Working Group on the assessment of small pelagic fish off northwest Africa*. Agadir, Morocco, 31 March–10 April 2003. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Agadir, Maroc, 31 mars–10 avril 2003. FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 723. Rome, FAO. 152p.
- FAO.** 2004. *Report of the FAO Working Group on the assessment of small pelagic fish off northwest Africa*. Saly, Senegal, 17–27 March 2004. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Saly, Sénégal, 17–27 mars 2004. FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 762. Rome, FAO. 135p.
- FAO.** 2006a. *Report of the FAO Working Group on the assessment of small pelagic fish off northwest Africa*. Nouadhibou, Mauritania, 26 April–5 May 2005. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Nouadhibou, Mauritanie, 25 avril–5 mai 2005. FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 762. 180p.
- FAO.** 2006b. *Report of the FAO Working Group on the assessment of small pelagic fish off northwest Africa*. Banjul, Gambia, 2–11 May 2006. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Banjul, Gambie, 2–11 mai 2006. FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 811. 192p.
- FAO.** 2007a. *Report of the FAO Working Group on the assessment of small pelagic fish off northwest Africa*. Agadir, Morocco, 17–26 April 2007. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Agadir, Maroc, 17–26 avril 2007. FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 849. Rome, FAO. 238p.
- FAO.** 2007b. *Report of the Workshop on the age estimation of sardine and sardinella in northwest Africa*. Casablanca, Morocco, 4–9 December 2006. Rapport de l'Atelier sur l'estimation de l'âge de la sardine et de la sardinelle en Afrique du Nord-Ouest. Casablanca, Maroc, 4–9 décembre 2006. FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 848. Rome, FAO. 2007. 107 p.
- FAO.** 2008. *Report of the FAO Working Group on the assessment of small pelagic fish off northwest Africa*. Saly, Senegal, 6–15 May 2008. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Saly, Sénégal, 6–15 mai 2008. FAO Fisheries and Aquaculture Report/FAO Rapport sur les pêches et l'aquaculture. No. 882. Rome, FAO. 2008. 257p.
- Gayanilo, F.C. Jr., Sparre, P., Pauly, D.** FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. Rome, FAO. 2005. 168 p. (Includes a CD-ROM with the software)
- Haddon, M.** 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall/CRC Press, London/Boca Raton. 406 pp.
- Jones, R.** 1984. Assessing the effect of changes in exploitation patterns using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish.Tech.Pap.*, (256):118 p.
- Panfili, J., Mbow, A., Durand, J.D., Diop, K. Diouf, K. Thior, D., Ndiaye, P. & Laë, R.** 2004. Influence on the life-history traits of the West African black-chinned tilapia (*Sarotherodon*

- melanotheron): Comparison between the Gambia and the Saloum estuaries. *Aquatic Living Resour.*, 17: 6574.
- Patterson, K.R. & Melvin, G.** 1995. Integrated catch at age analysis, Version 1.2. Scottish Fisheries Research Report 58:60p.
- Santamaría, M.T.G., Hernández, E., Pascual-Alayón, P., Balguerías, E., Sancho, A. & Duque, V.** Age determination and preliminary growth parameters of round sardinella (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) off Northwest Africa/Détermination de l'âge et paramètres de la croissance de la sardinelle ronde (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) au large de l'Afrique du nord-ouest. In: *FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings/FAO Comptes rendus des pêches et de l'aquaculture*. No. 18. Garcia, S., Tandstad, M. & Caramelo, A.M. (eds.). FAO. Rome, (in press).
- Schaefer, M.** 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm.*, 1 (2): 27–56.
- Shepherd, J.G.** 1999. Extended survivors analysis: An improved method for the analysis of catch-at-age data. *ICES Journal of Marine Science* 56, 584–591.
- Sparre, P. & Venema, S.C.**, 1996. Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. FAO document technique sur les pêcheries, Première partie manuel N°306/1, FAO, Rome: 400p.

TABLES/TABLEAUX

Table/Tableau 1.6.1: Catches (1990–2008) in the subregion by species and year (weight in tonnes)
Captures totales (1990-2008) dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes)

Country	Species	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco	<i>S. pilchardus</i>	1112762	1067776	720633	622605	645707	646046	587449	629767	592200	519551
	<i>S. aurita</i>	103075	18829	267	3524	3318	14558	12333	29560	81493	84332
	<i>S. maderensis</i>	38014	7186	0	14	14	59	49	118	327	339
	<i>T. trachurus</i>	12069	10092	16185	24987	41000	49104	31712	38940	64409	68106
	<i>T. trecae</i>				585	4695	6982	5667	7846	14445	14301
	<i>C. rhonchus</i>										
	<i>S. japonicus</i>	26512	10592	13244	22451	69877	100041	81869	159967	158829	112920
	<i>E. encrasicolus</i>	10324	19125	16635	10310	7516	10257	12039	24697	40403	30373
	<i>E. fimbriata</i>										
	Total Morocco	1302756	1133600	766964	684476	772127	827047	731118	890895	952106	829922
Mauritania	<i>S. pilchardus</i>							11579	24394	19602	11278
	<i>S. aurita</i>	78645	50425	53756	35436	23409	65175	205756	188166	258602	185893
	<i>S. maderensis</i>	28355	7445	14146	8859	5799	16350	41804	23675.05	35427	17747
	<i>T. trachurus</i>	33000	11949	20316	23250	15172	22492	16054	11558	20601	15051
	<i>T. trecae</i>	57000	94398	116995	86769	56850	97272	70274	52320	91455	65206
	<i>C. rhonchus</i>	22000	6487	1927	9451	6235	345	630	1236	1386	648
	<i>S. japonicus</i>	20000	8235	20303	16578	19094	44730	98017	48464	41192	21470
	<i>E. encrasicolus</i>		8279	17358	6489	2612	986	3609	34511	79162	93164
	<i>E. fimbriata</i>										
	Total Mauritania	239000	187218	244801	186832	129171	247350	447723	384325	547427	410457
Senegal	<i>S. pilchardus</i>		167	123	1	1892	268	0	0	3	1
	<i>S. aurita</i>	94422	115404	175455	149443	135564	100793	145342	147704	115661	83554
	<i>S. maderensis</i>	75420	79537	88611	85357	50919	57301	121714	89943	100885	106520
	<i>T. trachurus</i>										
	<i>T. trecae</i>	1558	4191	3095	17957	11559	17198	14442	12251	16604	4065
	<i>C. rhonchus</i>	4731	2907	13716	4874	3154	4175	3268	5423	4107	19308
	<i>S. japonicus</i>	2499	931	2290	2616	3413	2297	4924	5768	4993	7809
	<i>E. encrasicolus</i>										
	<i>E. fimbriata</i>	14785	11542	12164	17332	13504	15686	17462	16423	13833	20540
	Total Senegal	193415	214679	295454	277580	220005	197718	307152	277512	256086	241797

Table/Tableau 1.6.1 (cont.): Catches (1990–2008) in the subregion by species and year (weight in tonnes)
Captures totales (1990-2008) dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes)

Country	Species	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
The Gambia	<i>S. pilchardus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>S. aurita</i>	2697	933	77	57	6	6	12	81	39	124
	<i>S. maderensis</i>	3274	567	16	33	5	5	9	36	37	105
	<i>T. trachurus</i>										
	<i>T. trecae</i>	482	807	41	591	187	245	236	396	128	273
	<i>C. rhonchus</i>	177	44	205	91	65	173	176	134	60	185
	<i>S. japonicus</i>	284	294	30	66	61	106	126	158	42	184
	<i>E. encrasicolus</i>										
	<i>E. fimbriata</i>	8039	17646	12019	14053	16897	13897	22648	21523	21952	16115
	Total Gambia	14953	20291	12387	14891	17221	14432	23207	22328	22258	16986
All Countries	<i>S. pilchardus</i>	1112762	1067943	720756	622606	647600	646313	599028	654161	611805	530830
	<i>S. aurita</i>	278839	185591	229555	188460	162297	180532	363443	365511	455795	353903
	<i>S. maderensis</i>	145063	94735	102773	94263	56737	73715	163576	113772	136676	124711
	<i>T. trachurus</i>	45069	22041	36501	48237	56172	71596	47766	50498	85010	83157
	<i>T. trecae</i>	59040	99396	120131	105902	73291	121697	90619	72813	122632	83845
	<i>C. rhonchus</i>	26908	9438	15848	14416	9454	4693	4074	6793	5553	20141
	<i>S. japonicus</i>	49295	20052	35867	41711	92445	147174	184936	214357	205056	142383
	<i>E. encrasicolus</i>	10324	27404	33993	16799	10128	11243	15648	59209	119565	123537
	<i>E. fimbriata</i>	22824	29188	24183	31385	30401	29583	40110	37946	35785	36655
	Total Subregion	1750123	1555788	1319606	1163779	1138524	1286547	1509200	1575060	1777877	1499162

Table/Tableau 1.6.1 (cont.): Catches (1990–2009) in the subregion by species and year (weight in tonnes)
Captures totales (1990-2009) dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes)

Country	Species	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Morocco	<i>S. pilchardus</i>	559183	768546	674120	656407	635536	696099	620802	573022	683590	815482
	<i>S. aurita</i>	46308	13893	0	94	1388	12822	33982	41337	41298	43024
	<i>S. maderensis</i>	0	5957	0	0	189	2056	5898	1436	3744	481
	<i>T. trachurus</i>	63048	55743	9159	14382	93371	96857	69297	55724	56998	68011
	<i>T. trecae</i>	42481	38788	0	0	595	76158	46154	40676	56004	77936
	<i>C. rhonchus</i>										
	<i>S. japonicus</i>	123690	90805	22702	34538	122001	138051	169115	172723	197340	194176
	<i>E. encrasicolus</i>	22096	47417	18473	17000	7068	6073	10037	18899	19811	17195
	<i>E. fimbriata</i>										
	Total Morocco	856806	1021149	724454	722421	860149	1028116	955285	903816	1058784	1216304
Mauritania	<i>S. pilchardus</i>	23545	18632	37572	83556	80830	65239	73662	85252	81218	104638
	<i>S. aurita</i>	197704	181169	191246	208426	136630	189000	126068	253732	248942	211702
	<i>S. maderensis</i>	6386	24417	22442	39810	20561	15202	13592	27092	28198	26706
	<i>T. trachurus</i>	5132	14206	32203	49675	75979	23953	23094	44297	47434	51554
	<i>T. trecae</i>	128776	170235	149013	98547	178176	190233	204847	262041	292774	260560
	<i>C. rhonchus</i>	43290	21662	66103	31771	38670	16682	41561	21058	26350	36813
	<i>S. japonicus</i>	65074	65662	104615	133218	96566	37961	33446	80176	60455	44500
	<i>E. encrasicolus</i>	104090	105350	136232	162854	136777	78090	109940	120796	102300	98448
	<i>E. fimbriata</i>	4026	6378	12899	8298	1680	4545	4545	633	2	3041
	Total Mauritania	578023	607711	752325	816155	765869	620905	630755	895077	887673	837962
Senegal	<i>S. pilchardus</i>	3	2	507	0	0	14878	10170	12195	4034	7544
	<i>S. aurita</i>	111905	123566	118013	121616	140554	198955	150787	188428	257505	263594
	<i>S. maderensis</i>	111109	119751	126885	164469	156413	116705	91574	106993	81851	80395
	<i>T. trachurus</i>										
	<i>T. trecae</i>	667	2735	4545	2573	2584	5640	5356	4017	8419	8113
	<i>C. rhonchus</i>	4029	2392	5806	3455	4179	4833	5264	4438	3716	5458
	<i>S. japonicus</i>	2823	1949	8896	14173	3942	5852	3428	4383	4920	5122
	<i>E. encrasicolus</i>										
Total Senegal	<i>E. fimbriata</i>	15227	24471	11828	13095	9792	8731	5675	9225	9285	5727
	Total Senegal	245763	274866	276480	319381	317464	355594	272254	329679	369729	375953

Table/Tableau 1.6.1 (cont.): Catches (1990–2009) in the subregion by species and year (weight in tonnes)
Captures totales (1990-2009) dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes)

Country	Species	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
The Gambia	<i>S. pilchardus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	<i>S. aurita</i>	115	203	1022	804	680	1030	1117	1639	2335	2527
	<i>S. maderensis</i>	94	281	1275	1291	1029	1287	4024	2800	4771	5130
	<i>T. trachurus</i>										
	<i>T. trecae</i>	189	225	290	255	265	303	341	308	349	342
	<i>C. rhonchus</i>	136	169	249	202	200	0	124	153	432	413
	<i>S. japonicus</i>	140	169	344	308	276	186	277	261	126	133
	<i>E. encrasicolus</i>										
	<i>E. fimbriata</i>	20508	18516	18701	22118	16052	19881	13187	13247	11744	11868
	Total Gambia	21182	19563	21881	24978	18502	22687	19070	18408	19757	20413
All Countries	<i>S. pilchardus</i>	582732	787180	712198	739963	716366	776216	704634	670469	768842	927664
	<i>S. aurita</i>	356032	318831	310281	330940	279252	401807	311954	485136	550080	520847
	<i>S. maderensis</i>	117589	150406	150602	205570	178192	135250	115088	138321	118564	112712
	<i>T. trachurus</i>	68180	69949	41362	64057	169350	120810	92391	100021	104431	119565
	<i>T. trecae</i>	172113	211983	153848	101375	181620	272334	256698	307042	357546	346951
	<i>C. rhonchus</i>	47455	24223	72158	35428	43049	21515	46949	25649	30498	42684
	<i>S. japonicus</i>	191727	158585	136557	182237	222784	182050	206266	257543	262841	243931
	<i>E. encrasicolus</i>	126186	152767	154705	179854	143845	84163	119977	139695	122111	115643
	<i>E. fimbriata</i>	39761	49365	43428	43511	27524	33157	23407	23105	21031	20636
	Total Region	1701774	1923289	1775140	1882934	1961983	2027301	1877365	2146980	2335943	2450632

Table/Tableau 1.7.1: Conversion factors used for the acoustic biomass time series by species and vessel
Facteurs de conversion utilisés pour les séries de la biomasse acoustique par espèces et navire

	Itaf Deme/Nansen	Al- Awam/Nansen	Al- Amir/Nansen	Itaf Deme/Nansen	Al- Awam/Nansen	Al- Amir/Nansen
	2005	2005	2006	2009*	2009	2009
<i>Sardina pilchardus</i>		0.23	0.89			
<i>Sardinella maderensis</i>	1.14	0.48	-	0.87	0.50	1.01
<i>S. aurita</i>	0.35	1	-	0.87	1.00	1.01
<i>Sardinella</i> spp.	-	-	1.01			
Horse mackerels	1.77	0.9	1.08			
<i>Decapterus ronchus</i>	-	-	-			
<i>Scomber japonicus</i>	-	-	1.51			
<i>Engraulis encrasicolus</i>	-	0.46	1.42			
Other pelagics	2.35	3.85	-			
Total	1.13	0.41	1.18			

*calculated based on the basic data allocated to sardinella

Table/Tableau 2.2.1a: Catches (tonnes) of *Sardina pilchardus* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (tonnes) de *Sardina pilchardus* (1990–2009) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
North (35°45'–32°N)	Moroccan coastal purse seiners	15478	17261	18745	24496	16643	16661	11497	7154	5567	4277
	Spanish purse seiners										
	Total North	15478	17261	18745	24496	16643	16661	11497	7154	5567	4277
A (32°N–29°N)	Moroccan coastal purse seiners	48881	33643	46199	54145	30838	19381	3546	16237	33186	21814
	Total A	48881	33643	46199	54145	30838	19381	3546	16237	33186	21814
	Moroccan coastal purse seiners	223714	261757	197939	253322	399051	477947	354820	423268	347965	370164
B (29°N–26°N)	Spanish purse seiners	58481	100319	28071	2218	12790	89	25			
	Total B	282195	362076	226010	255540	411841	478036	354845	423268	347965	370164
	Total A+B	331076	395719	272209	309685	442679	497417	358391	439505	381151	391978
C (26°N–South)	Moroccan coastal purse seiners and RSW	28450	33727	31919	30127	18880	27561	8439	37951	45355	18715
	Spanish purse seiners	66075	16229	68759	112243	67800	13714	125813	113053	138166	55726
	Ukrainian and other pelagic trawlers ⁽⁵⁾							30188	7474	16861	44093
	Russian pelagic trawlers ⁽³⁾	356203	262579	144627	67523	53845	45417	53121	24630	5100	4762
	Other pelagic trawlers ⁽²⁾	315479	342261	184374	78532	45860	45276				
	European Union ⁽⁵⁾										
	Mauritanian (artisanal)										
	Mauritanian (industrial)										
	Others Mauritania ^{(4)*}							10356	15139	8118	7144
	European Union ⁽⁴⁾							1223	9255	11484	4134
	Senegalese (artisanal)		167	123	1	1892	268	0	0	3	1
	Senegalese (industrial)										
	Total C	766207	654963	429802	288426	188277	132236	229140	207502	225087	134575
All fleets and zones		1112762	1067943	720756	622606	647600	646313	599028	654161	611805	530830

(1) Data obtained from COPACE/PACE SERIES 90/50 tables A3 (page 31) and A7 (page 35)

(2) Data obtained from COPACE/PACE SERIES 97/60, table 9 page 15

(3) Data from 1983–1995 obtained from COPACE/PACE/SERIES 97/60, table 9, page 15, for the period 1996–1999. The data are Russian statistics from statistical subdivisions 34.1.3 and 34.3.1. For these years the Russian Federation did not fish in Senegal

(4) Data obtained from IMROP statistics

(5) Moroccan statistics (INRH)

Table/Tableau 2.2.1a (cont.): Catches (tonnes) of *Sardina pilchardus* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (tonnes) de *Sardina pilchardus* (1990–2009) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
North (35°45'–32°N)	Moroccan coastal purse seiners	6790	6302	18516	20655	21451	17363	18484	13399	11072	9100
	Spanish purse seiners								240	282	470
	Total North	6790	6302	18516	20655	21451	17363	18484	13639	11354	9570
A (32°N–29°N)	Moroccan coastal purse seiners	29694	45725	23206	74578	60471	25160	25618	11725	32791	10793
	Total A	29694	45725	23206	74578	60471	25160	25618	11725	32791	10793
	Moroccan coastal purse seiners	485124	699246	610872	517271	473987	528071	363297	356810	446141	589703
B (29°N–26°N)	Spanish purse seiners										
	Total B	485124	699246	610872	517271	473987	528071	363297	356810	446141	589703
	Total A+B	514818	744970	634078	591849	534458	553231	388915	368535	368535	478932
C (26°N–Sud)	Moroccan coastal purse seiners and RSW	1448	3118	21527	43903	76249	108331	148779	134536	136388	163480
	Spanish purse seiners										
	Ukrainian and other pelagic trawlers ⁽⁵⁾	36127	14156			476	6599	33290	16071	15100	12732
	Russian pelagic trawlers ⁽³⁾					2902	10575	31334	32461	10673	11863
	Other pelagic trawlers ⁽²⁾										
	European Union ⁽⁵⁾								7780	31142	17341
	Mauritanian (artisanal)										
	Mauritanian (industrial)						45				
	Others Mauritania ^{(4)*}	11952	4988	9783	32853	25359	25597	53472	68363	64778	74351
	European Union ⁽⁴⁾	11593	13644	27789	50703	55471	39597	20190	16889	16440	30287
	Senegalese (artisanal)	3	2	507			14212	10170	12191	3758	6302
	Senegalese (industrial)						666		4	276	1242
	Total C	61123	35908	59605	127459	160457	205622	297235	288295	278555	317598
All fleets and zones		582732	787180	712199	739963	716366	776216	704634	670469	670469	768842

(1) Data obtained from COPACE/PACE SERIES 90/50, tables A3 (page 31) and A7 (page 35)

(2) Data obtained from COPACE/PACE SERIES 97/60, table 9 page 15

(3) Data from 1983–1995 obtained from COPACE/PACE/SERIES 97/60, table 9, page 15, for the period 1996–1999

the data are Russian statistics from statistical sub-divisions 34.1.3 and 34.3.1. For these years the Russian Federation did not fish in Senegal.

(4) Data obtained from IMROP statistics

(5) Moroccan statistics (INRH)

Table/Tableau 2.2.1b: Effort of *Sardina pilchardus* (1990–2009) by zone, fleet and year
Effort de *Sardina pilchardus* (1990-2008) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
North (35°45'–32°N)											
A (32°N–29°N)	Moroccan coastal purse seiners ⁽¹⁾	1675	1943	3160	3189	2865	3046	1872	936	800	(**)
	Moroccan coastal purse seiners ⁽¹⁾	7330	4605	5848	6829	4135	1943	578	1530	2364	5122
B (29°N–26°N)	Moroccan coastal purse seiners ⁽¹⁾	7023	10085	9163	10404	16375	20693	19361	9365	10248	14102
	Spanish purse seiners ⁽²⁾	407	782	477	20	259	2	1			
	Moroccan coastal purse seiners ⁽¹⁾	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Moroccan purse seiners RSW ⁽²⁾										
	Spanish purse seiners ⁽²⁾	416	187	546	715	471	115	910	814	870	567
	Ukrainian and other pelagic trawlers ^{(2)/(4)}	NA	NA	NA	93	1194	2323	2239	3080	5797	4803
C (26°N–20°N)	Russian Federation ^{(2)/(4)}				1476	2818	4162	2952	4411	7399	6524
	All fleets ^{(2)/(5)}	15188	14199	7497	5027	3389	2297				
	Others Mauritania ⁽³⁾	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	European Union ⁽⁴⁾							715	940	1300	1538
	Senegalese (artisanal)										
	Senegalese (industrial)										

NA: not available

(1) Trips with sardine catches

(2) Fishing days

(3) Do not target sardine

(4) Morocco-INRH

(5) Standardized effort (RTMS, from COPAC/PACE Series 97/61 p. 17, table 13)

(6) Total trips

Table/Tableau 2.2.1b (cont.): Effort of *Sardina pilchardus* (1990–2009) by zones, fleet and year
Effort de *Sardina pilchardus* (1990–2009) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
North (35°45'–32°N)	Moroccan coastal purse seiners ⁽¹⁾										
	Spanish purse seiners ⁽²⁾									323	634
A (32°N–29°N)	Moroccan coastal purse seiners ⁽¹⁾	8797	3674	4012	6847	7440	2204	1245	4845	6246	3439
B (29°N–26°N)	Moroccan coastal purse seiners ⁽¹⁾	23367	15512	28392	18780	26945	27338	21137	20146	24134	26959
	Spanish purse seiners ⁽²⁾										
C (26°N–20°N)	Moroccan coastal purse seiners ⁽¹⁾	NA	NA	180	805	1762	1117	1236	1366	1125	1271
	Moroccan RSW ⁽²⁾			346	342	479	2415	2204	2883	2230	1643
	Spanish purse seiners ⁽²⁾										
	Ukrainian and other pelagic trawlers ^{(2)/(4)}	3982	2218			479	1603		1231	1103	560
	Russian Federation ^{(2)/(4)}					1466	1623	2212	1026	778	1115
	European Union ⁽⁴⁾								355	296	445
	All fleets ^{(2)/(5)}										
	Others Mauritania ⁽³⁾	8147	8337	7833	8158	11571	7168	7108	7080	7494	9373
	European Union	1308	1857	2178	2085	2006	1456	998	2541	2903	4397
	Senegalese (artisanal) ⁽⁶⁾						81461	76303	84571	100148	72320
	Senegalese (industrial) ⁽²⁾						159		59	204	150

NA: not available

(1) Trips with sardine catches

(2) Fishing days

(3) Do not target sardine

(4) Morocco-INRH

(5) Standardized effort (RTMS, from COPAC/PACE Series 97/61 p. 17, table 13)

(6) Total trips

Table/Tableau 2.4.1: Sampling intensity of *Sardina pilchardus* in 2009
 Intensité d'échantillonnage de *Sardina pilchardus* en 2009

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
Country x	Fleet y	Total catch in tonnes				
		Number of samples				
		Number of fish measured				
		Number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan	NA				
Morocco Zone A	Moroccan	3244	2057	2903	2589	10793
		44	25	25	55	149
		4155	1286	2577	5146	13164
		158	116	120	160	554
Morocco Zone B	Moroccan	72497	105048	194560	217596	589703
		75	104	78	93	350
		5240	6157	3777	4713	19887
		231	337	270	280	1118
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan	33105	38638	41664	50073	163480
		8	9	9	11	37
		534	815	745	1158	3252
		70	88	64	90	312
	Russian	137	2323	771	8632	11863
		0	0	7	16	23
		0	0	0	0	0
		0	0	205	336	541
	Ukrainian and others					
Mauritania	EU	8760	14147	26	2513	25446
		12	12	4	0	28
		3040	2360	696	0	6096
		0	0	0	0	0
	Russian	2595	796	54	1509	4954
		0	0	0	4	4
		0	0	0	0	0
		0	0	0	172	172
	Ukrainian and others	31177	10285	1854	26081	69397
			8			
			620			
Senegal	Artisanal	2997	3305	0	0	6302
		15	18	0	0	33
		298	1533	0	0	1831

Table/Tableau 2.5.1a: Age-length key, Zone A+B 2009 (in numbers) (Moroccan catches)/
Clé taille-âge, Zone A+B 2009 (en individus) (captures marocaines)

Zone A+B 2007								
Length (cm)	Age 0	Age 1	Age 2	Age 3	Age 4	Age 5	Age 6	Total
6.0								
6.5								
7.0								
7.5	338							338
8.0	0							0
8.5	301							301
9.0	0							0
9.5	0							0
10.0	846							846
10.5	2237							2237
11.0	2111							2111
11.5	7085							7085
12.0	11377							11377
12.5	22805							22805
13.0	75376							75376
13.5	61596							61596
14.0	107592							107592
14.5	123404							123404
15.0	157355	13113						170468
15.5	142961	32991						175952
16.0	281267	52738						334005
16.5	178588	111617	11162					301367
17.0	87688	438439	14615					540742
17.5		505425	12327					517752
18.0		618700	168736					787437
18.5		644619	148758					793377
19.0		608931	336514	16024				961469
19.5		372903	507148	74581				954631
20.0		67496	755954	161990				985440
20.5		10372	497837	238547				746756
21.0			251026	334701				585728
21.5			138020	154258	8119			300396
22.0			31521	130588	4503			166612
22.5			10861	65167	10861			86890
23.0			5362	45581	40219			91162
23.5				29501	92192			121693
24.0				5404	91868	43232		140503
24.5					77985	32494		110478
25.0					21215	58341	5304	84860
25.5					2532	20258	7597	30387
26.0						13423	8948	22371
26.5							6669	6669
27.0							1004	1004
27.5							0	0
28.0							693	693
Total (in thousands)	1262589	3477343	2889843	1256343	349493	167747	29522	9433912
Mean length (cm)	15.44	18.41	20.09	21.30	24.06	25.04	26.09	19.27
Mean weight (kg)	0.031	0.053	0.069	0.083	0.119	0.134	0.152	0.061

Table/Tableau 2.5.1b: Age-length key (AtlantNiro-Kalinegrad), Zone C 2009 (in thousands of individuals)
Clé taille-âge (AtlantNiro-Kalinegrad), Zone C 2009 (en individus)

Zone C 2007								
Length	Age 0	Age 1	Age 2	Age 3	Age 4	Age 5	Age 6	Total
9.0								
9.5								
10.0								
10.5								
11.0								
11.5								
12.0								
12.5								
13.0								
13.5								
14.0								
14.5								
15.0								
15.5	5	1						7
16.0	103	21						124
16.5	14	10						24
17.0	33	26						59
17.5	80	114						194
18.0	180	505						686
18.5	144	1077	72					1293
19.0		3363	259					3622
19.5		3748	535					4284
20.0		6464	4309					10773
20.5		7936	5291					13227
21.0		7870	11805					19675
21.5		23719	9488	4744				37950
22.0		39724	33103	19862				92688
22.5		27833	69583	13917	13917			125250
23.0		47319	78866	47319	15773			189278
23.5			113132	47138	18855	18855		197981
24.0			82919	93284	31095	10365		217663
24.5			10577	105767	74037	21153		211535
25.0			37441	58835	53486	32092		181854
25.5			8225	45239	49352	20563		123379
26.0			7551	30205	45308	15103		98167
26.5				10717	21435	26793	5359	64304
27.0						15767	12614	28381
27.5						5677	7569	13246
28.0						1639	1639	3277
28.5							164	164
29.0							128	128
29.5							56	56
Total (in thousands)	559	169732	473156	477028	323258	168007	27529	1639269
Mean length (cm)	17.82	22.19	23.54	24.51	25.06	25.65	27.37	24.26
Mean weight (kg)	0.045	0.087	0.103	0.117	0.125	0.134	0.163	0.113

Table/Tableau 2.5.2a:

Catch-at-age (thousands of individuals) of *Sardina pilchardus* in Zone A+B
Capture par âge (milliers d'individus) de *Sardina pilchardus* dans la zone A+B

Age/ year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0	45270	15128	38261	299957	1869433	1882528	1596381	8566572	3058732	1045264	3422264	1630954	3626884
1	589629	1636731	450608	1777920	4717104	3757581	3908056	6083372	5898782	2346296	2166548	2729404	4118047
2	1826829	1530553	2643529	954213	1824105	2723592	1646273	1199298	2111017	1871809	1970485	4450602	2591126
3	1222857	994532	333241	253858	454180	1131255	997641	252393	187031	832765	1483769	2671350	655140
4	516916	486308	113119	205332	264557	497298	270374	125102	105540	710509	560989	472617	605361
5	386516	302275	23395	292772	122245	177757	333451	145026	84831	488961	266672	259516	176381
6	25909	40272	737	115747	37865	130572	53847	28611	84525	233510	48739	239837	
7+	37319	45478	129	24	33	37	32	59	41	27	36	45	
Total	4651245	5051277	3603019	6599823	9289523	10300622	8806054	16400434	11530499	7529140	9919501	12454323	11772939

The series 1990–2001 was obtained from the 2002WG (FAO 2002).

Table/Tableau 2.5.2b:

Mean weight-at-age (kg) of *Sardina pilchardus* in Zone A+B
Poids moyen par âge (kg) de *Sardina pilchardus* dans la Zone A+B

Age/ year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0	0.027	0.037	0.026	0.026	0.031	0.027	0.023	0.022	0.022	0.023	0.025	0.024	0.023
1	0.046	0.089	0.054	0.040	0.042	0.041	0.035	0.031	0.035	0.037	0.038	0.038	0.045
2	0.065	0.088	0.071	0.053	0.051	0.046	0.044	0.038	0.043	0.051	0.059	0.055	0.058
3	0.079	0.097	0.070	0.060	0.068	0.060	0.055	0.048	0.050	0.059	0.074	0.066	0.097
4	0.084	0.099	0.081	0.074	0.090	0.074	0.078	0.056	0.060	0.066	0.086	0.076	0.120
5	0.090	0.103	0.085	0.085	0.101	0.085	0.092	0.080	0.075	0.072	0.095	0.084	0.139
6	0.094	0.114	0.096	0.106	0.105	0.104	0.119	0.106	0.085	0.084	0.108	0.096	
7+	0.131	0.139	0.114										

The series 1990–2001 was obtained from the 2002WG (FAO 2002).

Table/Tableau 2.5.2a (cont): Catch-at-age (thousands of individuals) of *Sardina pilchardus* in Zone A+B
Capture par âge (milliers d'individus) de *Sardina pilchardus* dans la Zone A+B

Age/ year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0	2918742	1358525	721420	509436	1022757	4572024	1262589
1	2891346	2293358	1430273	970472	653529	1284682	3477343
2	2461023	3719324	4464664	2199032	513022	701427	2889843
3	1304157	1006405	1165911	1049341	1030476	538860	1256343
4	541733	307211	311665	470092	700234	730076	349493
5	195026	71976	88027	94749	250953	509108	167747
6	31005	12915	14249	23252		52215	29522
7+							
Total	10343033	8769715	8196209	5316375	4170971	8388392	9432881

The series 1990–2001 was obtained from the 2002WG (FAO 2002).

Table/Tableau 2.5.2b (cont): Mean weight-at-age (kg) of *Sardina pilchardus* in Zone A+B
Poids moyen par âge (kg) de *Sardina pilchardus* dans la Zone A+B

Age/ year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0	0.026	0.029	0.024	0.025	0.035	0.033	0.031
1	0.037	0.045	0.052	0.045	0.050	0.049	0.053
2	0.065	0.061	0.070	0.069	0.082	0.066	0.069
3	0.095	0.094	0.098	0.094	0.108	0.100	0.083
4	0.119	0.116	0.132	0.118	0.129	0.116	0.119
5	0.136	0.133	0.152	0.133	0.144	0.129	0.134
6	0.148	0.147	0.170	0.153		0	0.152
7+							

The series 1990–2001 was obtained from the 2002WG (FAO 2002).

Table/Tableau 2.5.2c: Catch-at-age (thousands of individuals) of *Sardina pilchardus* in Zone C
Capture par âge (milliers d'individus) de *Sardina pilchardus* dans la Zone C

Age/year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0	129		420	68	1741	125	2894	77448	19813	28108	8144	4784	523
1	889223	624613	588710	106919	55705	41876	62995	551093	1211337	330086	261948	153886	86732
2	2036191	1604457	1961506	623152	664866	170317	417509	741833	979006	541112	258328	151759	177207
3	2658165	2327931	1495437	1971575	1347683	320607	980631	496298	423899	110766	90861	53378	137394
4	2891544	2658842	172164	644966	547308	574014	495336	424345	283838	27746	52950	31107	99051
5	1309369	1130307	1090898	303493	100737	340482	153962	110890	113496	10520	21075	12381	37950
6	314011	233996	298608	100455	6565	89430	7030	41633	7808	2592	1767	1038	
7	91165	31124	12199	16051	1726	5595	4197	0	1715	526	381	224	
Total	10189797	8611270	5619942	3766679	2726331	1542446	2124554	2443540	3040911	1051458	695454	408556	538857

Table/Tableau 2.5.2d: Mean weight-at-age (kg) of *Sardina pilchardus* in Zone C
Poids moyen par âge (kg) de *Sardina pilchardus* dans la Zone C

Age/year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996*	1997	1998	1999*	2000	2001	2002
0	0.018	0.023	0.027	0.020	0.022	0.021	0.024	0.014	0.019	0.027	0.023	0.025	0.026
1	0.067	0.072	0.070	0.048	0.043	0.046	0.029	0.040	0.051	0.062	0.056	0.059	0.051
2	0.081	0.083	0.072	0.072	0.055	0.083	0.068	0.070	0.064	0.077	0.070	0.074	0.100
3	0.089	0.089	0.071	0.076	0.059	0.089	0.085	0.094	0.086	0.092	0.089	0.091	0.115
4	0.094	0.093	0.113	0.083	0.085	0.105	0.104	0.107	0.117	0.111	0.114	0.112	0.128
5	0.102	0.101	0.104	0.091	0.108	0.100	0.117	0.114	0.121	0.119	0.120	0.120	0.147
6	0.108	0.101	0.093	0.110	0.102	0.106	0.128	0.124	0.119	0.141	0.130	0.135	
7	0.103	0.101	0.131	0.110	0.109	0.109	0.130	0.122	0.132	0.160	0.146	0.153	

Table/Tableau 2.5.2c (cont): Catch-at-age (thousands of individuals) of *Sardina pilchardus* in Zone C
Capture par âge (milliers d'individus) de *Sardina pilchardus* dans la Zone C

Age/year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0			0	5487	58	1679	559
1	142702	4399	552	109133	21922	56924	169732
2	258420	179480	81894	961899	345123	244956	473156
3	363571	466303	483289	1023005	692871	598211	477028
4	259917	217335	412637	360939	404292	791175	323258
5	150986	122344	260291	102013	150528	454449	168007
6	28268	13740	38497	11301	24475	103360	27529
7							
Total	1203864	1003601	1277158	2573777	1639269	2250753	1639269

Table/Tableau 2.5.2d (cont): Mean weight-at-age (kg) of *Sardina pilchardus* in Zone C
Poids moyen par âge (kg) de *Sardina pilchardus* dans la Zone C

Age/year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0				0.031	0.036	0.030	0.045
1	0.050	0.057	0.064	0.067	0.076	0.069	0.087
2	0.076	0.090	0.096	0.097	0.104	0.103	0.103
3	0.105	0.105	0.114	0.115	0.127	0.125	0.117
4	0.129	0.125	0.130	0.129	0.145	0.137	0.125
5	0.145	0.138	0.142	0.142	0.157	0.147	0.134
6	0.174	0.166	0.166	0.154	0.170	0.171	0.163
7							

Table/Tableau 2.5.2e : Mean length at age from zones A+B and C in the period 2003–2009/
Taille moyenne par âge dans les zones A+B et C au cours de la période 2003-2009

		0	1	2	3	4	5	6
ZONE A+B	2003	15.20	16.90	19.90	22.40	24.00	25.00	25.70
	2004	15.30	17.60	19.50	22.30	23.90	25.00	25.80
	2005	14.50	18.40	20.10	22.20	24.20	25.20	26.10
	2006	14.48	17.42	20.02	22.16	23.86	24.79	25.93
	2007	15.93	17.87	21.06	23.05	24.45	25.35	
	2008	15.67	18.00	19.85	22.79	23.96	24.82	25.63
	2009	15.44	18.41	20.09	21.30	24.06	25.04	26.09

		0	1	2	3	4	5	6
ZONE C	2003	-	18.30	20.60	22.80	24.20	25.00	26.40
	2004	-	18.50	21.60	22.70	24.10	25.00	26.50
	2005	-	19.20	22.10	23.40	24.60	25.30	26.70
	2006	15.03	19.56	22.14	23.46	24.42	25.26	25.95
	2007	16.22	20.52	22.69	24.19	25.22	25.84	26.50
	2008	15.29	18.64	23.07	24.25	25.01	25.66	26.53
	2009	17.82	22.19	23.54	24.51	25.06	25.65	27.37

Table/Tableau 2.5.2f: Growth Parameters
Paramètres de croissance

	L_{∞}	k	t_0	a	b	r^2
Zone A+B	26.248	0.864	-0.36	0.0088	2.9857	0.9586
Zone C	27.500	0.870	-0.28	0.0084	3.0204	0.6644

Table/Tableau 3.2.1a: Catches (tonnes) of *Sardinella aurita* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (tonnes) de *Sardinella aurita* (1990–2009) par zone, flottille et année

Country	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco Zone North	Moroccan										
Morocco Zone A	Moroccan										
Morocco Zone B	Moroccan										
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan										
	Russian Federation	103075	18829	267	3423	1932	5619	1537	13790	15256	23089
	Ukrainian and others				101	1386	8939	10796	15770	66237	61243
Mauritania	EU (Holland, France, UK and Germany)							51989	99464	137123	137691
	Other industrial	78645	50425	53756	35436	23409	65175	153767	68598	106549	35732
	Artisanal								20104	14930	12470
Senegal	Industrial	10761	20290	19586	4499	3455	5948	6610	6024	2423	3525
	Artisanal	83661	95114	155869	144944	132109	94845	138732	141680	113238	80029
The Gambia	Industrial	2691	933	74	55	6	5	6	21	6	88
	Artisanal	6	0	3	2	0	1	6	60	33	36
Total	All fleets	278839	185591	229555	188460	162297	180532	363443	365511	455795	353903

Country	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Morocco Zone North	Moroccan							34	19	42	7
Morocco Zone A	Moroccan								1		2
Morocco Zone B	Moroccan							3	106	118	719
	Moroccan				94			530	20578	13015	21523
Zone C, north of C. Blanc	Russian Federation	0	0	0	0	880	3970	11980	11277	5161	5499
	Ukrainian and others	46308	13893	0	0	508	8852	21435	9356	17391	10983
	EU									5571	4291
Mauritania	EU (Holland, France, UK and Germany)	109268	112224	87696	130237	72437	91,927	58270	101577	77482	61171
	Other industrial	68250	50066.6	82926	52517	42138	79,263	51598	127275	127408	101759
	Artisanal	20186	18878	20624	25672	22055	17810	16200	24880	49800	48772
Senegal	Industrial	444	1282	1326	409	885	1035	264	324	2011	1033
	Artisanal	111461	122284	116687	121207	139669	197920	150523	188104	255494	262561
The Gambia	Industrial	110	174	215	199	168	107	122	55	19	47
	Artisanal	5	29	807	605	512	923	995	1584	2316	2480
Total	All fleets	356032	318831	310281	330940	279252	401807	311954	485136	555828	520847

Table/Tableau 3.2.1b: Catches (tonnes) of *Sardinella maderensis* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (tonnes) de *Sardinella maderensis* (1990-2009) par zone, flottille et année

Country	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco Zone North	Moroccan										
Morocco Zone A	Moroccan										
Morocco Zone B	Moroccan										
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan										
	Russian Federation	38014	7186		14	8	23	6	55	61	93
	Ukrainian and others				0	6	36	43	63	266	246
	EU (Holland, France, UK and Germany)							36027	12331	20006	8955
Mauritania	Other industrial	28355	7445	14146	8859	5799	16350	5777	11052	15236	8213
	Artisanal								292	185	579
Senegal	Industrial	6714	9962	14286	8389	4639	10717	7398	9008	4306	3720
	Artisanal	68706	69575	74325	76968	46280	46584	114316	80935	96579	102800
The Gambia	Industrial	3257	567	15	32	5	4	4	10	6	73
	Artisanal	17	0	1	0.8	0	0.5	5	26	31	32
Total	All fleets	145063	94735	102773	94263	56737	73715	163576	113772	136676	124711

Country	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006**	2007**	2008**	2009*
Morocco Zone North	Moroccan										
Morocco Zone A	Moroccan										
Morocco Zone B	Moroccan										
Zone C, north of Cap Blanc	Moroccan									1370	370
	Russian Federation	0	0	0		120	700	2114	785	543	
	Ukrainian and others	0	5957	0		69	1356	3784	651	1831	
	EU										111
Mauritania	EU (Holland, France, UK and Germany)	2613	13396	12939	6186	7279	3758	4115	1756	2732	4778
	Other industrial	1632	9682	7138	18826	11880	10566	9477	25254	26096	20842
Senegal	Artisanal	2141	1339	2365	0	1402	878	225	149	348	1086
	Industrial	1176	1288	1362	2186	1776	1960	17	122	597.8	502
The Gambia	Artisanal	109933	118463	125523	162283	154637	114745	91557	106871	80833	79893
	Industrial	88	250	375	408	275	162	78	38	12	33
Total	Artisanal	6	31	900	883	754	1125	3946	2762	4759	5097
	All fleets	117589	150406	150602	190772	178192	135250	115313	138388	119122	112712

*Preliminary, ** were modified in 2010 SPWG

Table/Tableau 3.2.2: Effort of sardinellas 1990–2009 (in fishing days; number of trips for Senegalese artisanal fisheries)
Effort de pêche des sardinelles 1990-2009 (en jours de pêche et nombre de voyages pour les pêcheries artisanales sénégalaises)

Country	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N of Cap Blanc	Russian Federation				1383	1624	1839	713	1331	1602	1721
	Ukrainian and others				93	1194	2323	2239	3080	5797	4803
Mauritania	Russian Federation,										
	Ukrainian and others		7865	8415	7317	3893	6272	9318	6879	8100	7340
	EU, standardized							715	940	1300	1538
Senegal	Artisanal										
	Industrial	239	636	1347	770	344	431	482	598	480	1367
	Artisanal ⁽¹⁾	72800	69174	80000	80555	70322	65377	71365	87157	77844	76810

Country	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N of Cap Blanc	Russian Federation						1603	2212	1026	778	1115
	Ukraine and others	3982	2218				1623		1231	1103	560
Mauritania	Russian Federation,										
	Ukrainian and others	8147	8337	7833	8158	11571	7168	7108	8892	7488	5344
	EU, standardized	1308	1857	2178	2085	2006	1456	791	729	782	1012
Senegal	artisanal								8563		
	Industrial	121	185	153	172	178	159	20	60	204	150
	Artisanal ⁽¹⁾	82187	91684	92339	97315	75439	81461	76303	82011	100148	72320
Gambia	Artisanal								5563	4985	

(1) Number of trips. *Preliminary.

Table/Tableau 3.4.1: Sampling intensity of *Sardinella aurita* (2009)
 Intensité d'échantillonnage de *Sardinella aurita* (2009)

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone B	Moroccan					0
						0
						0
						0
Zone C, north of Cap. Blanc	Moroccan	10302	3708	4495	3019	21523
		2	0	3	1	6
		124	0	103	41	268
		0	0	0	20	20
	Russian	0	455	1581	2732	4768
		0	0	11	5	16
		0	0	0	0	0
		0	0	197	48	245
Mauritania	EU catch, IMROP samples	2086	18235	20407	10189	50917
		0	0	13	39	52
		0	0	2529	4970	7499
	Eu catch, IEO samples	2086	18235	20407	5803	46531
		10	21	21	0	52
		1197	2468	2226	0	5891
		0	0	0	0	0
	Russian catch, Russian samples	603	3837	2890	578	7907
		0	13	36	0	49
		0	4118	11523	0	15641
		0	110	140	0	250
	Russian and others, IMROP samples	6547	20093	59533	15587	101760
		0	39	0	0	39
		0	2215	0	0	2215
		0	0	0	0	0
	Artisanal	7369	6194	17400	17809	48772
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
Senegal	industrial					
	artisanal	43520	77371	74585	67080	262556
		53	48	22	49	172
		6396	7816	1849	5759	21820
		27	30		10	67
The Gambia						

* Commercial/research surveys

Table/Tableau 3.4.2: Sampling intensity of *Sardinella maderensis* (2009)
 Intensité d'échantillonnage de *Sardinella maderensis* (2009)

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Zone C North Cape Blanc	Moroccan	170	0	200	0	370
		2	0	2	0	4
		27	0	45	0	72
	Russian	0	10	259	59	328
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
Zone C South Cape Blanc Mauritania	EU catch, IMROP sampling	223	200	2376	1020	3819
		0	0	13	30	43
		0	0	481	655	1136
	EU catch, IEO sampling	223	200	2376	474	3273
		4	1	7	11	23
		410	61	625	916	2012
		0	0	0	0	0
	Russian catch, Russian sampling	52	127	15	0	194
		0	0	0	0	0
		0	933	1228	0	2161
		0	0	0	0	0
	Russian and others, IMROP sampling	1341	4115	12193	3193	20842
		0	22	0	0	22
		0	702	0	0	702
		0	0	0	0	0
	Artisanal	19	715	257	97	1088
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
Senegal	industrial					
	artisanal	29754	26006	8819	15313	79892
		43	37	20	25	125
		3863	3023	1115	2323	10324
The Gambia	industrial	8	10	0	0	18
	artisanal					

Table/Tableau 4.2.1a: Catches (tonnes) of *Trachurus trachurus* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (tonnes) de *Trachurus trachurus* (1990–2009) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Morocco Zone North	Moroccan	7111	4851	7085	12380	9250	11291	2259	3873	3384	5824	7170	5167
Morocco Zone A	Moroccan	4948	5231	9071	10255	12863	9773	6695	3149	1899	4389	4634	4482
Morocco Zone B	Moroccan	10	10	29	12	110	111	90	533	1346	688	1062	281
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan									3	3	7	1
	Russian				2020	2523	6897	4024	4736	10147	13418	0	0
	Ukrainian and others				320	16254	21032	18644	26649	47630	43784	50175	45812
	UE												
	UE												
Mauritania	others												
	all	33000	11949	20316	23250	15172	22492	16054	11558	20601	15051	5132	14206
Senegal	industrial												
	artisanal												
The Gambia	industrial												
	artisanal												
TOTAL	all fleets	45069	22041	36501	48237	56172	71596	47766	50498	85010	83157	68180	69949

Table/Tableau 4.2.1a (cont.): Catches (tonnes) of *Trachurus trachurus* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (tonnes) de *Trachurus trachurus* (1990-2009) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009*
Morocco Zone North	Moroccan	6128	8731	10431	7811	12217	9776	8299	6731
Morocco Zone A	Moroccan	2858	5192	3368	3688	1330	2993	3704	4401
Morocco Zone B	Moroccan	165	459	424	256	3430	374	533	1704
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan	0		11	4953	1586	2255	1026	2798
	Russian	0		51223	32316	27755	3689	10084	7343
	Ukrainian and others	8		27916	47833	22979	36638	26225	34024
	UE						0	7126	11009
Mauritania	UE		1050	684	7668	4409	12257	13721	12170
	others		48625	75295	16285	18685	32040	48961	39384
	all	32203							
Senegal	industrial								
	artisanal								
The Gambia	industrial								
	artisanal								
Total	all fleets	41362	64057	169350	120810	92391	100021	119679	119565

* preliminary

Table/Tableau 4.2.1b: Catches (tonnes) of *Trachurus traca* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (tonnes) de *Trachurus traca* (1990-2009) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Morocco Zone North	Moroccan												
Morocco Zone A	Moroccan												
Morocco Zone B	Moroccan												
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan												
	Russian				505	631	1724	1006	1184	2537	3355	0	0
	Ukrainian and others				80	4064	5258	4661	6662	11908	10946	42481	38788
Mauritania	UE												
	others												
	all	57000	94398	116995	86769	56850	97272	70274	52320	91455	65206	128776	170235
Senegal	industrial	33	234	877	14614	10597	15816	13397	11666	13888	2600	0	7
	artisanal	1525	3957	2218	3343	962	1382	1045	585	2716	1465	667	2728
The Gambia	industrial	452	747	14	542	166	181	176	383	90	170	111	132
	artisanal	30	60	27	49	21	64	60	13	38	103	78	93
Total	all fleets	59040	99396	120131	105902	73291	121697	90619	72813	122632	83845	172113	211983

Table/Tableau 4.2.1b (cont.): Catches (tonnes) of *Trachurus trcae* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (tonnes) de *Trachurus trcae* (1990-2009) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009*
Morocco Zone North	Moroccan								
Morocco Zone A	Moroccan								
Morocco Zone B	Moroccan								
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan				3806	1219		1540	1441
	Russian	0		595	26893	23097	5857	15126	39635
	Ukrainian and others	0			45459	21838	34819	39338	36860
Mauritania	UE		4471	18938	14668	39524	61427	67338	43946
	others		94077	159239	175566	165323	200614	269287	216614
	all	149014							
Senegal	industrial	8	3		83	0		236	1
	artisanal	4537	2570	2584	5557	5356	4017	8183	8112
The Gambia	industrial	140	110	125	121	117	41	23	38
	artisanal	150	145	140	182	224	267	326	304
Total	all fleets	153849	101375	181621	272334	256698	307042	401397	346951

* preliminary

Table/ Tableau 4.2.1b: Catches (tonnes) of *Caranx rhonchus* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (tonnes) de *Caranx rhonchus* (1990-2009) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Morocco Zone North	Moroccan												
Morocco Zone A	Moroccan												
Morocco Zone B	Moroccan												
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan												
	Russian												
	Ukrainian and others												
Mauritania	UE												
	others												
	all	22000	6487	1927	9451	6235	345	630	1236	1386	648	43290	21662
Senegal	industrial	6	0	10066	867	564	601	288	1742	140	16251	5	0
	artisanal	4725	2907	3650	4007	2590	3574	2980	3681	3967	3057	4024	2392
The Gambia	industrial	83	0	161	32	9	7	4	57	1	98	81	109
	artisanal	94	44	44	59	56	166	172	77	59	87	55	60
Total	all fleets	26908	9438	15848	14416	9454	4693	4074	6793	5553	20141	47455	24223

Table/Tableau 4.2.1b (cont.): Catches (tonnes) of *Caranx rhonchus* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (tonnes) de *Caranx rhonchus* (1990-2009) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	2002	2003	2004	2005	2006*	2007	2008	2009*
Morocco Zone North	Moroccan								
Morocco Zone A	Moroccan								
Morocco Zone B	Moroccan								
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan								
	Russian								
	Ukrainian and others								
Mauritania	UE		1733	891	4106	8276	461		11494
	others		30038	37779	12576	33285	20597	31475	25319
	all	66103							
Senegal	industrial	5	0	0	0	0	5	100	34
	artisanal	5801	3455	4179	4833	5264	4433	3616	5458
The Gambia	industrial	115	76	89		33	16	28	23
	artisanal	134	126	111		91	137	404	390
total	all fleets	72158	35428	43049	21515	46949	25649	35623	42718

*preliminary

Table/Tableau 4.4.1: Sampling intensity of *Trachurus trachurus* (2009)
 Intensité d'échantillonnage de *Trachurus trachurus* (2009)

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan					
Morocco Zone A	Moroccan	911	1451	1134	905	4401
		6	7	4	21	38
		474	161	96	882	1613
		0	0	0	0	0
Morocco Zone B	Moroccan					
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan	724	533	1311	1120	3689
		0	0	2	0	2
		0	0	86	0	86
	Russian					0
						0
						0
						0
Mauritania	EU	42	206	53	395	696
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
	Russian, Ukrainian and others	17152	18773	6331	6480	48736
		0	174	0	0	174
		0	10452	0	0	10452
		0	0	0	0	0
	Russian*					0
						0
						0
						0
Senegal	industrial					
	artisanal					
The Gambia	industrial					
	artisanal					

Table/Tableau 4.4.2: Sampling intensity of *Trachurus trcae* (2009)
 Intensité d'échantillonnage de *Trachurus trcae* (2009)

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan					
Morocco Zone A	Moroccan					
Morocco Zone B	Moroccan					
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan	0	0	0	7	7
		0	0	0	1	1
		0	0	0	19	19
	Russian	720	849	1863	3451	6883
		0	0	6	33	39
		0	0	0	0	0
				107	352	459
Mauritania	EU	149	736	190	1404	2479
		0	0	3	22	25
		0	0	30	1298	1328
		0	0	0	0	0
	Russian, Ukrainian and others	94337	103254	34819	35642	268052
			364			364
			33349			33349
						0
	Russian*	0	0	0	0	0
		0	0	0	17	17
		0	0	0	0	0
		0	0	0	148	148
Senegal	industrial					
	artisanal					0
						0
						0
Gambia	industrial	NA	NA	NA	NA	NA
	artisanal	NA	NA	NA	NA	NA

Table/Tableau 4.4.2: Sampling intensity of *Caranx rhonchus* (2009)
 Intensité d'échantillonnage de *Caranx rhonchus* (2009)

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan					
Morocco Zone A	Moroccan					
Morocco Zone B	Moroccan					
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan					
	Russian					
Mauritania	EU	39	192	50	389	670
		0	2	4	0	6
		0	39	396	0	435
		0	0	0	0	0
	Russian, Ukrainian and others	11026	12069	4070	4166	31331
			924			924
			925			925
						0
	Russian*					0
						0
Senegal	artisanal					0
Gambia	artisanal	NA	NA	NA	NA	NA
		NA	NA	NA	NA	NA
		NA	NA	NA	NA	NA
		NA	NA	NA	NA	NA

Table/Tableau 4.6.1: Catch-at-age (thousands of individuals) of *Trachurus trachurus* (1990–2009) in the subregion
Capture par âge (milliers d'individus) de *Trachurus trachurus* (1990–2009) dans la sous-région

Age*/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
																		123936		76898
1	4	6484	53108	66916	1536	12098	15126	10646	326	1376	0	0	12	2600	8464	7551	10610	83414	26219	68842
2	4586	13185	28247	35600	107303	14031	30261	24820	94706	15260	1661	2761	1234	15928	494776	253340	188088	297826	418534	102233
3	22892	9050	15942	20089	111357	40680	32404	18779	134126	19154	4760	13933	14836	34786	308491	350470	328260	491275	238908	134411
4	48754	6983	5970	7534	8222	64130	33910	17397	79966	25152	15375	67957	26026	38726	161607	76289	188763	303117	66362	103459
5	17855	7626	5444	6796	584	51569	33737	38216	38008	29947	28735	59492	18538	29972	82263	41694	54488	81114	38254	115208
6	6014	3872	6198	7829	238	8145	15470	29132	28945	40700	31238	46787	20378	25957	33521	36823	25621	24077	27598	110876
7	3721	807	1967	2511	482	1459	3514	13619	26358	37394	31015	31598	15360	11925	8728	15638	12694	33973	15633	68505
8	38	9	252	295	369	1215	1159	1243	25607	61210	19660	7541	4267	6914	5138	5398	5714	69577	7579	10317
Catch (N)	105854	50008	119118	149562	232085	195322	167577	155849	430041	232193	134444	230069	100651	166808	1102990	789208	814239	1508309	1508309	790749
Catch (t)	33000	11949	20316	25590	33949	50421	38722	42943	78381	72256	55314	69949	31916	54604	169350	120810	92391	95581	105971	119565

NOTE: Age readings by Russian Federation only

Table/Tableau 4.6.2: Catch-at-age (thousands of individuals) of *Trachurus trecae* (1990–2009) in the subregion
Capture par âge (milliers d'individus) de *Trachurus trecae* (1990–2009) dans la sous-région

Age*/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	38	12677	54654	44199	56387	3025	13503	2492	3616	1075	11672	4962	87	9846	64240	19694	346054	1611664	242590	68302
2	1313	54198	248592	188981	127537	10938	5974	29124	4175	12010	38323	161508	9895	11870	495572	172353	366131	1692360	370275	386735
3	41906	93601	85537	96421	64950	94808	8138	31855	24753	20126	74209	199627	136052	32852	246183	179968	408270	962663	382290	200781
4	60131	99139	45507	40423	27161	111123	14507	19509	24555	19473	71320	159871	130940	57701	233177	123763	283962	272460	271835	180754
5	41011	45512	44714	38346	25979	56587	32892	51305	3812	26416	102520	103886	79390	50233	94663	93817	145690	280119	235793	142871
6	14893	15279	21722	18504	12400	24002	113357	41444	1783	64113	107894	72646	55764	34346	25199	72455	35658	153909	127840	93724
7	1492	3692	7599	6611	4429	11916	65982	27841	1528	42040	55660	56142	34046	28750	5578	32996	4107	33879	54753	30716
8+	254	694	4210	4427	2952	7575	11228	11527	1769	26494	59365	48022	39578	47201	12744	33824	330	5597	12452	7543
Catch (N)	161037	324793	512535	437912	321795	319976	265581	215097	65992	211747	520963	806665	485752	272799	1177355	728871	1590201	5122970	2047318	1378493
Catch (t)	59040	99396	120130	105902	73291	121697	90619	72737	122720	84145	171906	210043	168339	100624	178951	190300	256698	307042	357510	346951

NOTE: Age readings by Russian Federation only

Table/Tableau 5.2.1: Catch (tonnes) of *Scomber japonicus* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (en tonnes) de *Scomber japonicus* (1990-2009) par zone, flottille et année

Country/Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Morocco Zone North	Moroccan	2474	829	1051	1181	1710	1678	887	2224	862	3353	5612	1911	5779
Morocco Zone A	Moroccan	21519	6145	8863	9948	34886	24762	10600	13712	5272	11034	23267	9347	7426
Morocco Zone B	Moroccan	2519	3618	3330	4510	384	910	4021	11761	4849	1401	4281	14361	9495
Northern Fishery		26513	10592	13244	15639	36979	27351	15507	27697	10983	15788	33160	25619	22700
Zone C, Cap Bojador to Cap Blanc	Moroccan								55	1				2
	Russian				4988	20970	27030	10975	50200	32290	30531	0	0	0
	Ukrainian and others				1824	11927	45661	55386	82015	115555	66601	90530	65186	0
	UE													
	Total				6812	32897	72691	66361	132270	147846	97132	90530	65186	2
Mauritania	EU													
	NON UE													
	Artisanal													
Senegal	Total	20000	8235	20303	16578	19094	44730	98017	48464	41192	21470	65074	65662	104615
	Industrial	17	88	431	1240	2189	1	3532	3534	3062	6461	51	13	27
	Artisanal	2482	843	1859	1376	1224	2296	1392	2234	1931	1348	2772	1936	8869
The Gambia	Total	2499	931	2290	2616	3413	2297	4924	5768	4993	7809	2823	1949	8896
	Industrial	235	281	7	46	34	0	46	116	20	125	98	107	125
	Artisanal	49	13	23	20	27	106	80	42	22	59	42	62	219
Southern Fishery	Total	284	294	30	66	61	106	126	158	42	184	140	169	344
		22783	9460	22623	26072	55465	119824	169428	186660	194073	126595	158567	132966	113857
Total Northern and Southern Fishery	TOTAL N+S	49296	20052	35867	41711	92444	147175	184935	214357	205056	142383	191727	158585	136557

Note: In Zone C North of Cap Blanc the boats are vessels operated under rental agreements or joint ventures (Russian Federation, Ukraine and others).

Table/Tableau 5.2.1 (cont.): Catches (tonnes) of *Scomber japonicus* (1990–2009) by zone, fleet and year/
Captures (en tonnes) de *Scomber japonicus* (1990-2009) par zone, flottille et année

Country/Zone	Fleet	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009**
Morocco Zone North	Moroccan	6039	7174	12369	11097	14604	10515	12886
Morocco Zone A	Moroccan	9487	44402	45359	16491	58691	36772	31866
Morocco Zone B	Moroccan	18940	4423	4174	40389	10509	24860	7323
Northern fishery		34465	55999	61902	67977	83804	72146	52075
Zone C, Cap Bojador to Cap Blanc	Moroccan	72	1826	21494	18276	22779	33792	44084
	Russian	0	57636	40343	66187	34156	35740	38469
	Ukrainian and others	0	6539	14312	16675	31984	40639	45220
	EU						15023	14328
	Total	72	66002	76149	101138	88919	125194	142100
Mauritania	EU	32168	8356	4645	7345	15202	11201	9905
	NON UE	101050	88210	33314	26101	64974	57036	34515
	Artisanal	0	0	1	0*	1	25	80
	Total	133218	96566	37961	33446	80177	68262	44500
Senegal	Industrial	0	1	71	0	0	116	39
	Artisanal	14173	3941	5781	3428	4383	2481	5083
	Total	14173	3942	5852	3428	4383	2597	5122
The Gambia	Industrial	187	148	120	121	53	30	32
	Artisanal	121	128	66	156	208	96	101
	Total	308	276	186	277	261	126	133
Southern fishery		147771	166785	120148	138289	173740	196179	191856
Total northern and southern fishery	TOTAL N+S	182237	222784	182050	206266	257544	268325	243931

* 1 824 tonnes were caught in Mauritania and declared in the landings of Senegal within the framework of the fishing agreements. The artisanal catch in 2007 of Senegal is estimated by the four last years.

** Preliminary

Note: In Zone C North of Cap Blanc the boats are vessels operated under rental agreements or joint ventures (Russian Federation, Ukraine and others).

Table/Tableau 5.3.1: CPUE of *Scomber japonicus*, catch (tonnes) and effort (fishing days) standardized to units of RTMS (Russian Federation and Ukraine)
 CPUE de *Scomber japonicus*, capture (en tonnes) et effort (jours de pêche) standardisés aux unités de RTMS (Russie et Ukraine)

Year	Catch (tonnes)			Standardized effort (fishing days)			CPUE (tonnes/RTMS day)
	South	North	Total	South	North	Total	
1992	22623	13244	35867	425	249	674	53.2
1993	26072	15639	41711	447	268	715	58.3
1994	55465	36979	92444	1098	732	1831	50.5
1995	119824	27351	147175	2278	520	2798	52.6
1996	169428	15507	184935	3246	297	3543	52.2
1997	186022	27697	213719	3812	568	4379	48.8
1998	194073	10983	205056	4120	233	4354	47.1
1999	126595	15788	142383	3007	375	3382	42.1
2000	158116	33160	191276	3188	669	3856	49.6
2001	132910	25619	158529	2352	453	2806	56.5
2002	113857	22700	136557	2797	558	3355	40.7
2003	147771	34465	182237	3151	735	3886	46.9
2004	166785	55999	222784	3317	1114	4431	50.3
2005	120148	61902	182050	2888	1488	4376	41.6
2006	138289	67977	201658	3381	1662	4931	40.9
2007	176594	83804	260398	4297	2039	6336	41.1
2008	190695	72146	262841	4040	1529	5569	47.2
2009	191856	52075	243931	3868	1050	4918	49.6

Table/Tableau 5.4.1: Sampling intensity of *Scomber japonicus* (2009) by country (zone) and fleet
 Intensité d'échantillonnage de *Scomber japonicus* (2009) par pays (zone) et flottille

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan					
Morocco Zone A	Moroccan	4987	10748	12532	3599	31866
		13	50	77	23	163
		815	3244	6269	1152	11480
		80	161	220	100	561
Morocco Zone B	Moroccan	546	2344	3712	722	7323
		0	4	5	3	12
		0	0	62	158	220
		0	0	0	0	0
Zone C	Moroccan	9353	5899	23190	10230	48672
		1	5	7	4	17
		18	196	344	182	740
		0	0	20	20	40
North of C. Blanc	Russian*	8810	4170	9367	10037	32384
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
		0	0	164	441	605
	Ukrainian and others					45220
Mauritania	EU (IMROP sampling)	78	283	66	612	1039
		0	0	5	30	35
		0	0	43	534	577
		0	0	0	0	0
	Russian, Ukrainian and others (IMROP sampling)	11221	16621	5151	11725	44718
		0	86	0	0	86
		0	4829	0	0	4829
		0	0	0	0	0
	Artisanal	2	0	0	78	80
Senegal	industrial					0
						0
						0
						0
	artisanal	2443	1507	8	1125	5038
		7	5	2	8	22
		670	867	58	919	2514
						0
The Gambia	industrial					32
	artisanal					101

Table/Tableau 5.6.3a: Catch-at-age (thousands of individuals) of *Scomber japonicus* (1993–2009)
Capture par âge (milliers d'individus) de *Scomber japonicus* (1993-2009)

Catch at age northern fishery

Years/age	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0	261	1463	110	88	62610	37	12152	71	2958	41	134681	172	17591	985974	283295	321285	30340
1	548	16048	23752	9202	17556	20443	58920	13565	36671	76482	108040	396062	464539	172745	555521	332336	118696
2	2867	16854	30898	49999	18056	27984	47172	54090	22756	20362	36925	68406	156846	192038	134880	276483	327944
3	4228	17428	17596	25258	7262	11561	7238	42175	34080	24875	43854	27828	25584	45208	11291	26548	32741
4	2526	21556	13093	7017	6817	6161	3283	15927	11714	12423	9737	10841	22394	3717	1478	1746	6712
5	2615	16079	7970	1735	7307	1509	906	1988	1610	2643	7335	1814	6857	241	18	116	131
6+	11654	18640	9813	261	21812	496	341	429	601	611	3029	183	542	27	3	21	11

Catch at age southern fishery

Years/age	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0												14	2828	48580	60034	342712	7209
1	4498	35055	46550	17925	31292	20329	92849	2308	34078	23922	360111	86010	26975	246942	251289	518369	225579
2	13500	129184	99270	180866	94725	113192	49287	40097	24917	203398	347178	356013	56844	160077	221902	816428	679840
3	19296	79351	97803	167190	71091	140459	48866	125987	160809	99517	122761	148921	123936	191236	177324	311983	233870
4	9453	17871	103182	102857	124697	151813	70084	82484	74060	57191	54356	55508	101899	122681	121831	100892	48439
5	4115	6065	51575	92490	101892	100758	64717	16667	20819	26989	22823	33517	80169	86385	36092	40935	21783
6+	9194	5944	22260	40602	83725	48929	52657	61975	36486	30255	6049	37690	41780	47617	8744	12053	8044

Catch at age total (northern + southern) fishery

Years/age	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0	261	1463	110	88	62610	37	12152	71	2958	41	134681	186	20419	1034554	343329	663996	37549
1	5046	51103	70302	27127	48848	40772	151769	15873	70749	100404	468151	482072	491514	419686	806810	850706	344275
2	16457	146038	130168	230865	112781	141176	96459	94187	47673	223760	384103	424419	213690	352114	356782	1092911	1007784
3	23524	96779	115399	192448	78353	152020	56104	168162	194889	124392	166615	176749	149519	236444	188615	338531	266611
4	11979	39427	116275	109874	131514	157974	73367	98411	85774	69614	64093	66349	124293	126398	123309	102638	55151
5	6730	22144	59545	94225	109199	102267	65623	18655	22429	29632	30158	35331	87026	86627	36110	41051	21915
6+	20848	24584	32073	40863	105537	49425	52998	62404	37087	30866	9078	37873	42322	47644	8748	12074	8055

Age-length key from Russian Federation only

Table/Tableau 5.6.3b. Mean weight-at-age (kg) of *Scomber japonicus* (1992–2009) for the southern stock
Poids moyen par classe d'âge (kg) de *Scomber japonicus* (1992-2009) pour le stock sud

Years/age	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
0	0.117	0.117	0.061	0.057	0.048	0.052	0.060	0.049	0.108	0.119	0.084	0.071	0.086	0.076	0.064	0.071		
1	0.213	0.213	0.152	0.128	0.121	0.133	0.136	0.188	0.183	0.211	0.162	0.162	0.141	0.119	0.096	0.101	0.071	0.092
2	0.348	0.348	0.253	0.227	0.219	0.213	0.228	0.269	0.307	0.278	0.280	0.266	0.227	0.201	0.132	0.179	0.099	0.108
3	0.511	0.511	0.364	0.353	0.339	0.335	0.341	0.390	0.436	0.450	0.361	0.371	0.410	0.268	0.207	0.263	0.164	0.177
4	0.728	0.728	0.515	0.503	0.498	0.498	0.493	0.529	0.574	0.603	0.427	0.452	0.643	0.382	0.315	0.407	0.261	0.345
5	0.961	0.883	0.687	0.914	0.719	0.768	0.894	0.745	1.075	0.910	0.624	0.541	0.864	0.556	0.480	0.541	0.347	0.687
6+	0.117	0.117	0.061	0.057	0.048	0.052	0.060	0.049	0.108	0.119	0.084	0.071	0.086	0.076	0.064	0.071	0.830	0.850

Table/Tableau 5.6.5a: Chub mackerel. Total stock (northern and southern fishery), fishing mortalities per year and age, as estimated in ICA final run
Maquereau. Stock total (pêcheries nord et sud), mortalités totales par année et par âge, selon les estimations dans l'application finale ICA

Fishing mortalities (north + south) ICA

Years/age	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	0.005	0.001	0.02	0.03	0.02	0.04	0.03	0.09	0.01	0.02	0.03	0.19	0.18	0.16	0.07	0.08	0.07	0.032
2	0.009	0.008	0.06	0.08	0.16	0.17	0.21	0.11	0.10	0.06	0.14	0.24	0.37	0.15	0.31	0.34	0.30	0.135
3	0.042	0.023	0.08	0.09	0.22	0.10	0.50	0.17	0.38	0.45	0.30	0.20	0.23	0.30	0.42	0.47	0.42	0.187
4	0.040	0.038	0.07	0.18	0.16	0.32	0.44	0.72	0.72	0.49	0.41	0.35	0.15	0.35	0.58	0.64	0.58	0.254
5	0.048	0.035	0.12	0.19	0.31	0.32	0.63	0.48	0.60	0.51	0.45	0.45	0.49	0.44	0.72	0.81	0.72	0.317

Table/Tableau 5.6.5b: Chub mackerel. Total stock (northern and southern fishery) residuals per year and age as estimated in ICA final run
Maquereau. Stock total (pêcheries nord et sud), résidus par année et par âge, selon les estimations dans l'application finale ICA

Residuals (north + south) ICA

Years/age	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	-0.47	-1.82	-0.14	-0.12	-0.57	-0.21	-0.63	0.89	-1.30	-0.25	-0.10	1.68	1.29	1.22	0.75	0.43	-0.27	-0.39
2	-0.99	-1.17	-0.07	-0.28	0.23	0.04	0.28	-0.16	-0.32	-0.55	0.11	0.72	0.84	-0.05	0.40	0.37	0.33	0.28
3	-0.02	-0.69	-0.36	-0.71	-0.04	-1.00	0.62	-0.27	0.45	0.94	0.35	-0.05	-0.21	0.09	0.26	0.56	0.49	-0.45
4	-0.37	-0.49	-0.86	-0.26	-0.67	-0.16	0.19	0.95	0.82	0.74	0.37	0.26	-0.91	-0.05	0.55	0.43	0.38	-0.93
5	-0.39	-0.76	-0.44	-0.44	-0.16	-0.35	0.37	0.32	0.42	0.57	0.26	0.30	0.06	-0.03	0.40	0.20	0.26	-0.60

Table/Tableau 5.6.5c: Chub mackerel. Total stock (northern and southern fishery) fishing mortalities per year and age, as estimated in XSA final run
Maquereau. Stock total (pêcheries nord et sud), mortalités totales par année et par âge, selon les estimations dans l'application finale XSA

Fishing mortalities (north + south) XSA																		
Years/age	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	0.003	0.001	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.06	0.01	0.02	0.02	0.16	0.15	0.15	0.12	0.11	0.04	0.10
2	0.007	0.005	0.05	0.05	0.11	0.12	0.14	0.07	0.07	0.04	0.11	0.17	0.29	0.13	0.21	0.31	0.34	0.23
3	0.024	0.016	0.05	0.06	0.14	0.07	0.34	0.10	0.24	0.27	0.19	0.15	0.15	0.22	0.29	0.50	0.69	0.25
4	0.026	0.021	0.05	0.11	0.11	0.18	0.27	0.39	0.38	0.26	0.20	0.20	0.11	0.21	0.42	0.46	0.56	0.22
5	0.027	0.023	0.07	0.13	0.17	0.21	0.30	0.24	0.23	0.19	0.18	0.17	0.22	0.29	0.31	0.31	0.37	0.21

Table/Tableau 5.6.5d: Chub mackerel. Total stock (northern and southern fishery) residuals per year and age as estimated in XSA final run
Maquereau. Stock total (pêcheries Nord et Sud), résidus par année et par âge, selon les estimations dans l'application finale XSA

Residuals (North+South) XSA																		
Years/age	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	-0.83	-1.64	-0.52	-0.42	-0.4	-0.27	-0.63	0.32	-1.03	-0.45	-0.44	0.9	0.65	0.64	0.44	0.17	-0.58	0.31
2	-1.29	-1.57	-0.34	-0.64	-0.11	-0.24	-0.1	-0.52	-0.72	-0.91	-0.12	0.38	0.61	-0.19	0.29	0.51	0.57	0.34
3	-0.43	-0.86	-0.64	-0.87	-0.33	-1.24	0.36	-0.59	0.13	0.55	0.05	-0.18	-0.49	-0.09	0.16	0.54	0.85	-0.02
4	-0.34	-0.62	-0.76	-0.3	-0.57	-0.26	0.12	0.74	0.57	0.52	0.08	0.12	-0.79	-0.15	0.53	0.46	0.65	-0.11
5	-0.32	-0.54	-0.41	-0.19	-0.1	-0.14	0.23	0.24	0.07	0.21	0	-0.03	-0.09	0.18	0.22	0.06	0.23	-0.17

Table/Tableau 6.2.1 Catches (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (en tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* (1990–2009) par zone, flottille et année

Country	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Morocco Zone North	Moroccan													
Morocco Zone North	Spanish													
Morocco Zone A	Moroccan													
Morocco Zone B	Moroccan													
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan													
Zone C, north of C. Blanc	Russian													
Zone C, north of C. Blanc	Ukrainian and others													
Zone C, north of C. Blanc	European Union													
Total Morocco	all	10324	19125	16635	10310	7516	10257	12039	24697	40403	30373	22096	47417	18473
Mauritania	Russian, Ukrainian and others													
	Lithuania, Latvia, Estonia and Poland													
Total Mauritania	all		8279	17358	6489	2612	986	3609	34511	79162	93164	104090	105350	136232
Senegal	industrial													
	artisanal													
The Gambia	industrial													
	artisanal													
TOTAL	all fleets	10324	27404	33993	16799	10128	11243	15648	59208	119565	123537	126186	152767	154705

Table/Tableau 6.2.1 (cont.): Catches (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (en tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* (1990–2009) par zone, flottille et année

Country	Fleet	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Morocco Zone North	Moroccan		1561	1837	1440	3212	3175	3137
Morocco Zone North	Spanish					928	1008	775
Morocco Zone A	Moroccan		5380	2393	1407	6158	5364	5367
Morocco Zone B	Moroccan		126	1538	6828	8601	10237	7125
Zone C, north of C.								
Blanc	Moroccan			305	362	0	0	1
Zone C, north of C.								
Blanc	Russian						27	780
Zone C, north of C.								
Blanc	Ukrainian and others							3
Zone C, north of C.								
Blanc	European Union							7
Total Morocco	all	17000	7068	6073	10037	18899	19811	17185
Mauritania	Russian, Ukrainian and others		104934	51589	74691	86538	71078	74215
	Lithuania, Latvia, Estonia and Poland		31843	26501	35249	34258	31222	24233
Total Mauritania	all	162854	136777	78090	109940	120796	102300	98448
Senegal	industrial							
	artisanal							
The Gambia	industrial							
	artisanal							
TOTAL	all fleets	179854	143845	84163	119977	139695	122111	115633

Table/Tableau 6.4.1: Sampling intensity of *Engraulis encrasicolus* (2009) by country (zone) and fleet
 Intensité d'échantillonnage d'*Engraulis encrasicolus* (2009) par pays (zone) et flottille

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan					
	Spanish	0	557	215	3	775
		0	4	3	2	9
		0	338	216	187	741
		0	0	0	0	0
Morocco Zone A	Moroccan	773	2818	1368	408	5367
		1	24	40	12	77
		3423	3572	5893	2455	15343
		78	119	120	30	347
Morocco Zone B	Moroccan	936	5320	868	0	7125
		6	6	0	0	12
		945	913	0	0	1858
		0	30	0	0	30
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan	NO SAMPLING				
	Russian	NO SAMPLING				
	Ukrainian and others	NO SAMPLING				
Mauritania	EU	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
	Russian, Ukrainian and others	31723	24250	20784	21690	98447
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
	others	NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				
	artisanal	NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				
Senegal	industrial	NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				
	artisanal	NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				
		NO SAMPLING				

Table/Tableau 6.3.1a: Biomass estimate of *Engraulis encrasicolus* in the period 2003–2009 south of Cap Blanc by R/V AL AWAM
 Estimations de la biomasse d'*Engraulis encrasicolus* en 2009 au sud du cap Blanc par le N/R AL AWAM

Campagne	Cap Timiris– Cap Blanc	Saint.Louis– Cap Timiris	Total
Jun-03	333122	-	333122
Dec-03	53789	9754	63544
Apr-04	248996	79495	328490
Nov-04	16160	0	16160
Mar-05	5969	1727	7695
Nov-05	44842	0	44842
Mar-06	27536	483	28019
Nov-07	18888	0	18888
Mar-08	21000	7000	28000
Nov-08	24000	0	24000
Nov-09	500	0	500

Table/Tableau 6.5.1: Length frequency of *Engraulis encrasicolus* in 2009 for Morocco and Mauritania by R/V AL AMIR and AL AWAM
 Fréquence de taille d'*Engraulis encrasicolus* en 2009 au Maroc et en Mauritanie – N/R AL AMIR et AL AWAM

Autumn 2009				
	R/V AMIR	R/V AMIR	R/V AMIR	R/V AWAN
Length (TL cm)	Zone A	Zone B	Zone C - N Cape Blanc	Zone C - S Cape Blanc
4				55
5				197
6				50
7	30	1	26	
8	50	14	186	
9	255	83	112	
10	522	435	18	
11	920	825	2	
12	493	1293		
13	173	963		
14	32	762		
15	32	176		
16	5	23		
17				
18				

Table/Tableau 7.2.1: Catches (tonnes) of *Ethmalosa fimbriata* (1990–2009) by zone, fleet and year
Captures (tonnes) d'*Ethmalosa fimbriata* (1990-2009) par zone, flottille et année

Country	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco Zone North	Moroccan										
Morocco Zone A	Moroccan										
Morocco Zone B	Moroccan										
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan										
	Russian										
	Ukrainian and others										
	EU industrial										
Mauritania	Other industrial										
	Artisanal					50	52	49	120	185	161
Senegal	Industrial										
	Artisanal	14785	11542	12164	17332	13504	15686	17462	16423	13833	20540
The Gambia	Industrial										
	Artisanal	8039	17646	12019	14053	16897	13897	22648	21523	21952	16115
TOTAL	All fleets	22824	29188	24183	31385	30451	29635	40159	38066	35970	36816

Country	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009*
Morocco Zone North	Moroccan										
Morocco Zone A	Moroccan										
Morocco Zone B	Moroccan										
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan										
	Russian										
	Ukrainian and others										
	EU industrial										
Mauritania	Other industrial										
	Artisanal	4026	6378	12899	8298	1680	4545	4545	633	2	3041
Senegal	Industrial										
	Artisanal	15227	24471	11828	13095	9792	8731	5675	9225		
The Gambia	Industrial									9000	5727
	Artisanal	20508	18516	18701	22118	16052	19881	13187	13247		
TOTAL	All fleets	39761	49365	43428	43511	27524	33157	23407	23105	11744	11868

*Preliminary

Table/Tableau 7.2.2a: Effort data by trips and CPUE (tonnes/trip) in Senegal
Données d'effort en nombre de sorties et CPUE (tonnes/sortie) au Sénégal

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Senegal (tonnes)	14785	11542	12164	17332	13504	15686	17462	16423	13833	20540
Effort (N° of trips) (FME)	40012	42298	46383	45298	35629	32441	45138	87157	77844	76810
CPUE*1000	369.52	272.87	262.25	382.62	379.01	483.51	386.85	188.43	177.70	267.41
CPUE	0.37	0.27	0.26	0.38	0.38	0.48	0.39	0.19	0.18	0.27

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Senegal (tonnes)	15227	24471	11828	13095	9792	8731	5675	7203
Effort (N° of trips) (FME)	82187	91684	92339	97315	75439	81461	76303	84571
CPUE*1000	185.27	266.91	128.09	134.56	129.80	107.18	74.37	85.17
CPUE	0.19	0.27	0.13	0.13	0.13	0.11	0.07	0.09

Table/Tableau 7.2.2b: CPUE (tonnes/trips) of *Ethmalosa fimbriata* (1990–2009) of Senegalese and Gambians surrounding gillnets
 CPUE (tonnes/sorties) d' *Ethmalosa fimbriata* (1990-2009) des filets maillants (FME) tournant sénégalais et gambiens (SGN)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Effort Senegal (N° of trips) (FME)	22283	18547	22671	18197	13645	15697	27434	35953	22401	22040
Effort Gambia (N° of trips) (SGN)										
Total effort (N° of trips)										
FME	22283	18547	22671	18197	13645	15697	27434	35953	22401	22040
CPUE*1000	1024	1574	1067	1725	2228	1885	1462	1055	1597	1663
CPUE Senegal	1.02	1.57	1.07	1.72	2.23	1.88	1.46	1.06	1.60	1.66
CPUE Gambia										

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Effort Senegal (N° of trips) (FME)	20618	24418	19543	22091	19427	23317	22988	21483	19604	17650
Effort Gambia (N° of trips) (SGN)							25504	31156	19882	20365
Total effort										
(N° of trips) FME	20618	24418	19543	22091	19427	23317	48492	52639	39486	38015
CPUE*1000	1733	1760	1562	1594	1330	1227	821	1046	1058	1037
CPUE Senegal	1.73	1.76	1.56	1.59	1.33	1.23	0.82	1.05	1.06	1.04
CPUE Gambia							0.74	0.72	1.04	0.90

Table/Tableau 7.4.1: Sampling intensity of *Ethmalosa fimbriata* in 2009
 Intensité d'échantillonnage d'*Ethmalosa fimbriata* en 2009

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Mauritania	EU					
	Russian					
	Ukrainian and others					
	artisanal					
						0
						0
						0
Senegal	industrial					
	artisanal	997	3482	997	251	5727
		2	6	7	4	19
		71	394	271	229	965
The Gambia	industrial					0
						0
						0
						0
	artisanal	2365	4006	4222	1275	2366
		0	25	30	30	85
			4023	4799	3007	11829

FIGURES

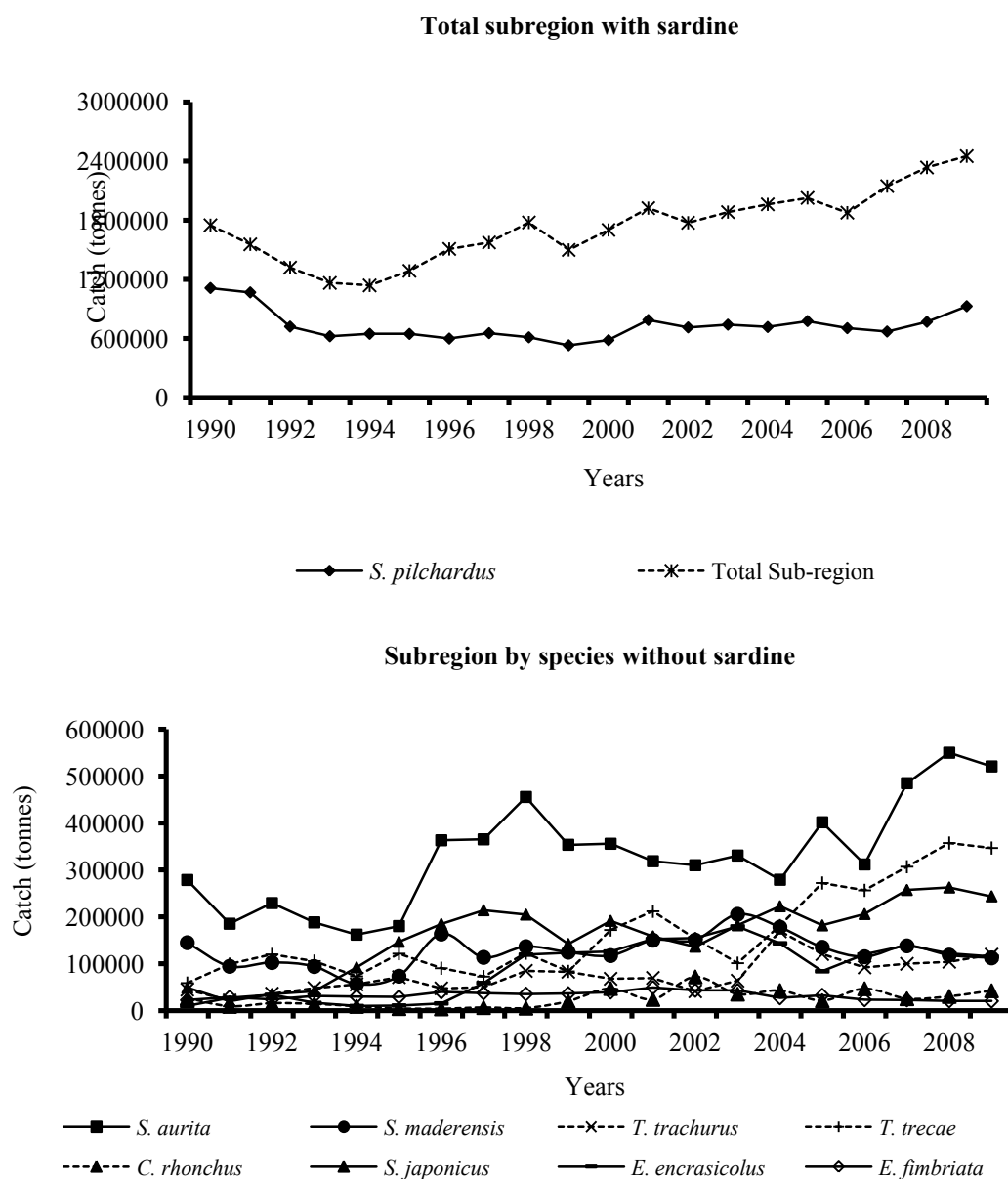


Figure 1.6.1a: Catches (1990–2009) in the subregion by species and year (weight in tonnes)/
Captures totales (1990–2009) dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes)

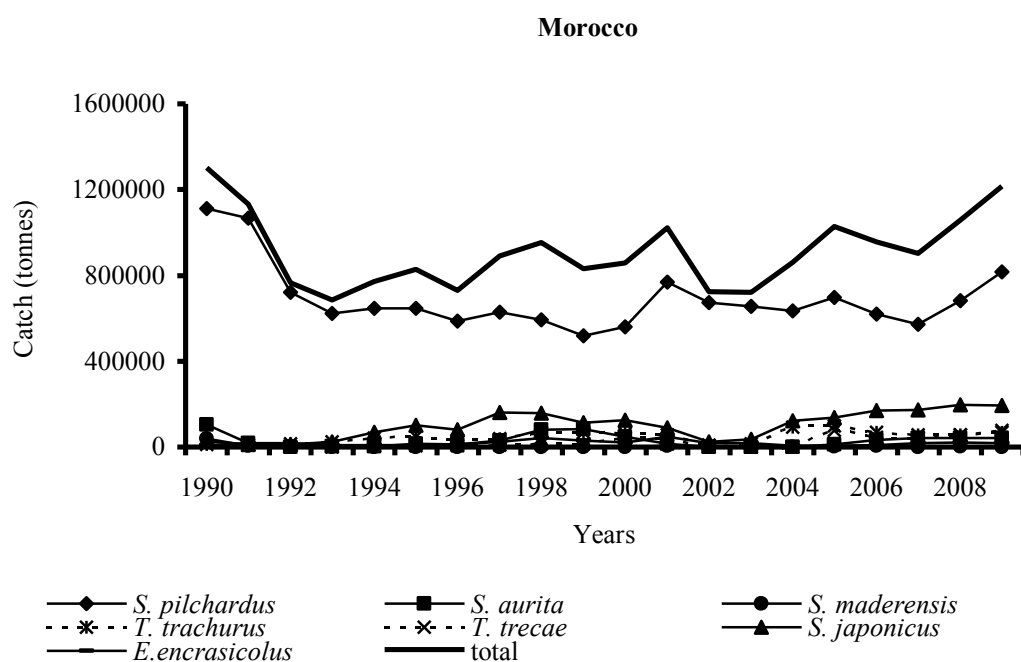


Figure 1.6.1b: Catches (1990–2009) in Morocco by species and year (weight in tonnes)/
Captures (1990-2009) au Maroc par espèce et par année (poids en tonnes)

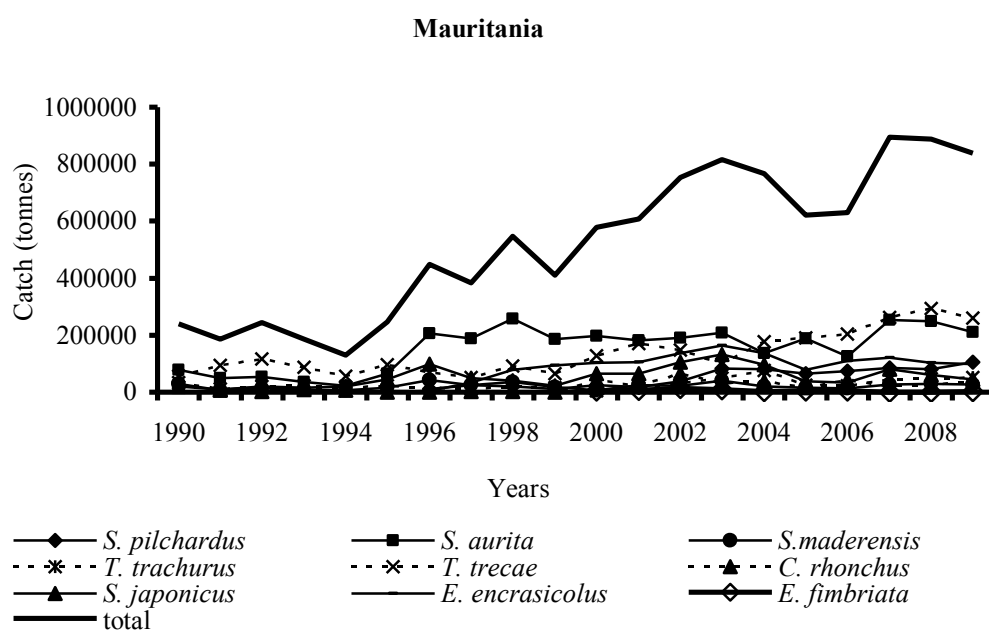


Figure 1.6.1c: Catches (1990–2009) in Mauritania by species and year (weight in tonnes)/
Captures (1990-2009) en Mauritanie par espèce et par année (poids en tonnes)

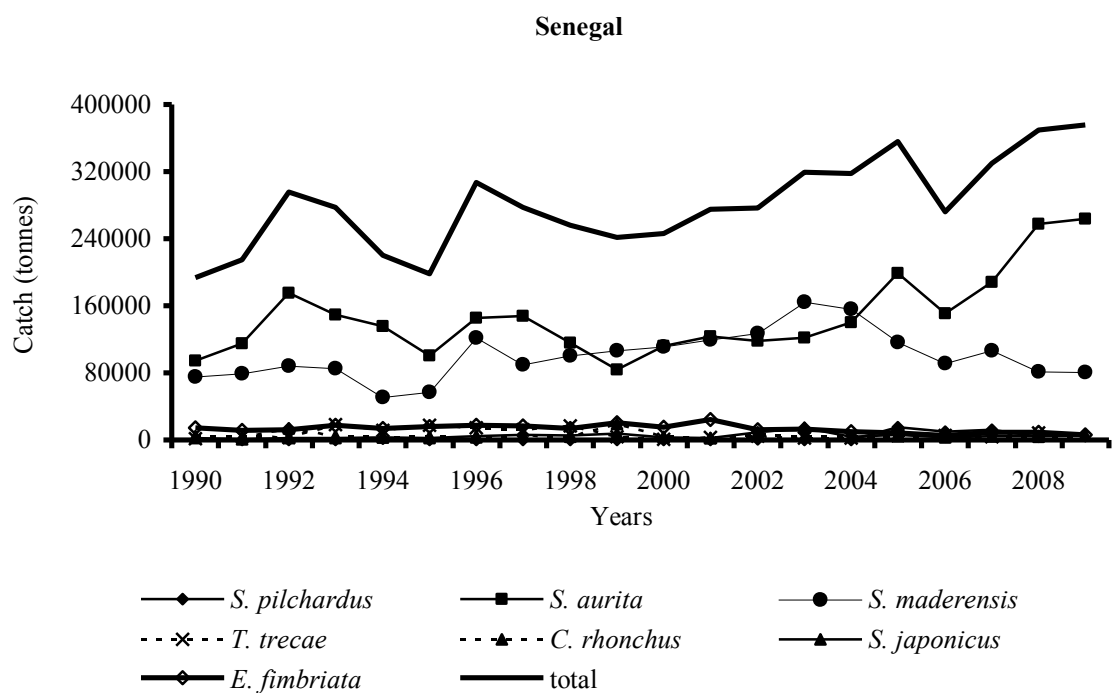


Figure 1.6.1d: Catches (1990–2009) in Senegal by species and year (weight in tonnes)/
Captures (1990-2009) au Sénégal par espèce et par année (poids en tonnes)

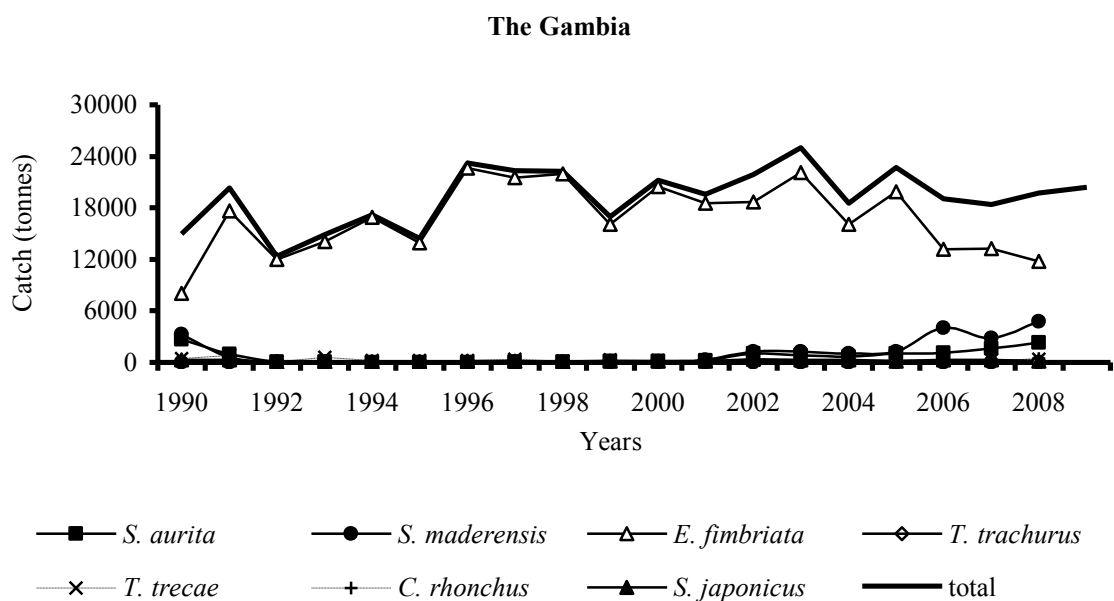
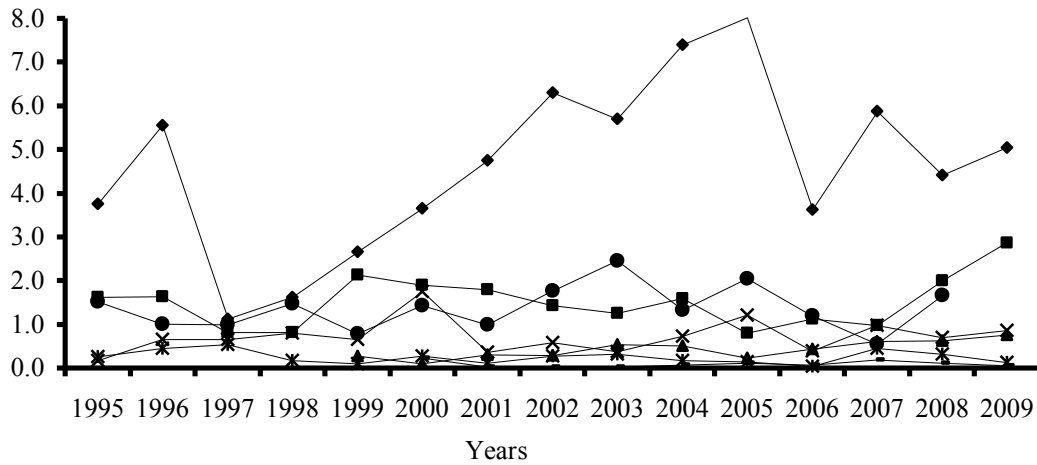


Figure 1.6.1e: Catches (1990–2009) in Gambia by species and year (weight in tonnes)/
Captures (1990-2009) en Gambie par espèce et par année (poids en tonnes)

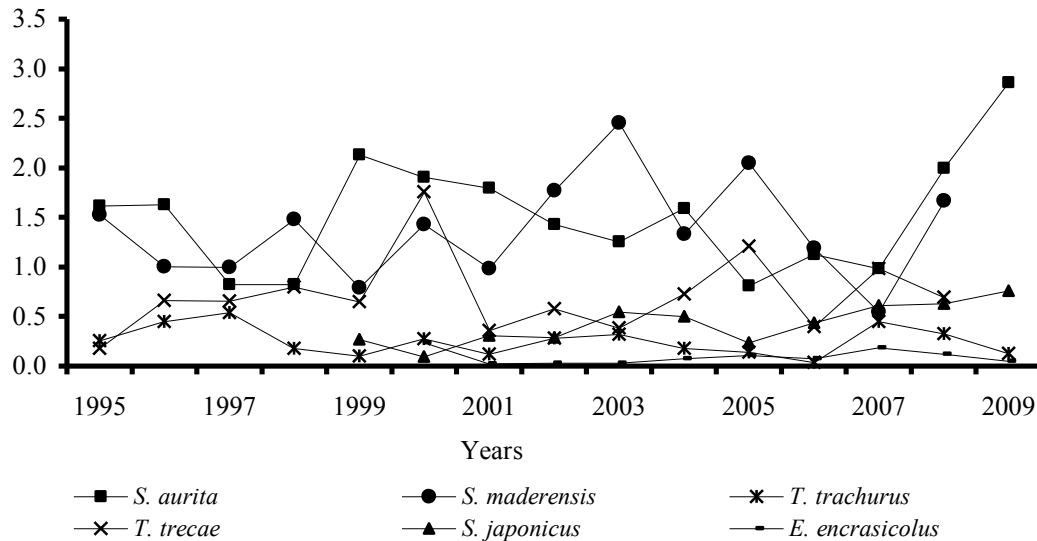
Surveys North CECAF AREA (With Sardine)



—◆— *S. pilchardus* —■— *S. aurita* —●— *S. maderensis* —✱— *T. trachurus*
 —✕— *T. trecae* —▲— *S. japonicus* —+— *E. encrasicolus*

Figure 1.7.1a: Evolution of biomass in million tonnes for the period 1995–2009/
 Évolution de la biomasse en millions de tonnes pendant la période 1995–2009
Note: 1995–2006 R/V F. NANSEN; 2007–2008 R/Vs AL AMIR, AL AWAM and ITAF DEME in NANSEN equivalents; 2009 R/Vs AL AMIR and AL AWAM in NANSEN equivalents

Surveys North CECAF AREA (Without Sardine)



—■— *S. aurita* —●— *S. maderensis* —✱— *T. trachurus*
 —✕— *T. trecae* —▲— *S. japonicus* —+— *E. encrasicolus*

Figure 1.7.1b: Evolution of biomass of small pelagics without sardine in million tonnes in the period 1995–2008/Évolution de la biomasse de petits pélagiques sans sardine en millions de tonnes pendant la période 1995–2008
Note: 1995–2006 R/V F. NANSEN ; 2007–2008 R/Vs AL AMIR, AL AWAM and ITAF DEME in NANSEN equivalents; 2009 R/Vs AL AMIR and AL AWAM in NANSEN equivalents

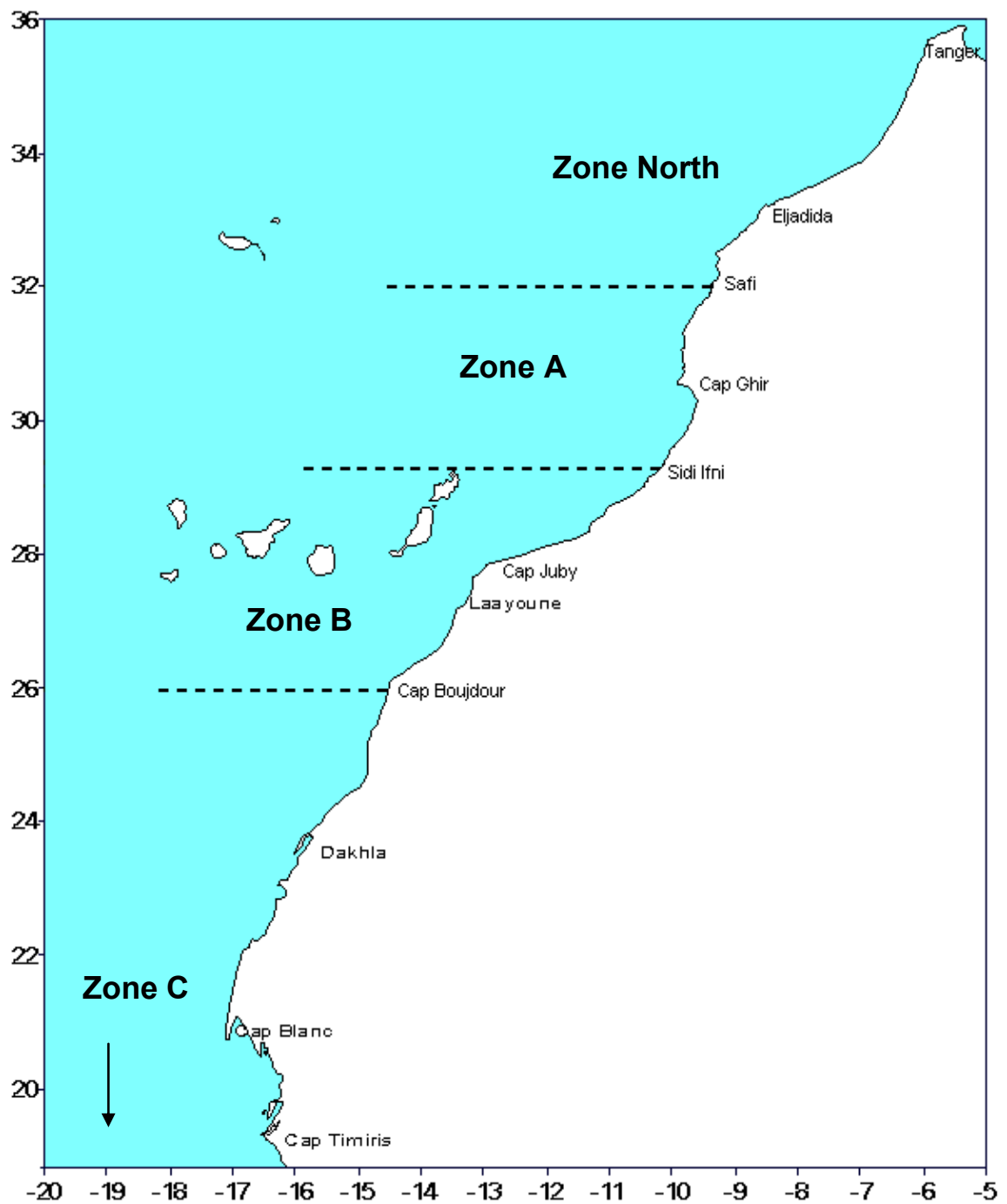


Figure 2.1.1: Stock units and sardine fisheries/
Unités de stock et pêcheries de sardine

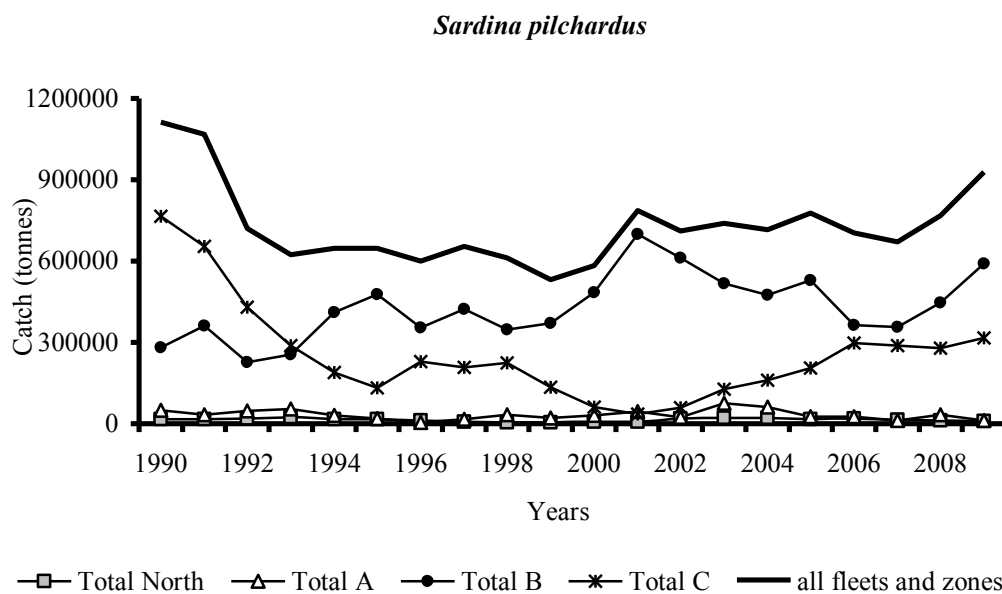


Figure 2.2.1a: Catches (1990–2009) of *Sardina pilchardus* by zone and year (weight in tonnes)/
Captures (1990-2009) de *Sardina pilchardus* par zone et année (poids en tonnes)

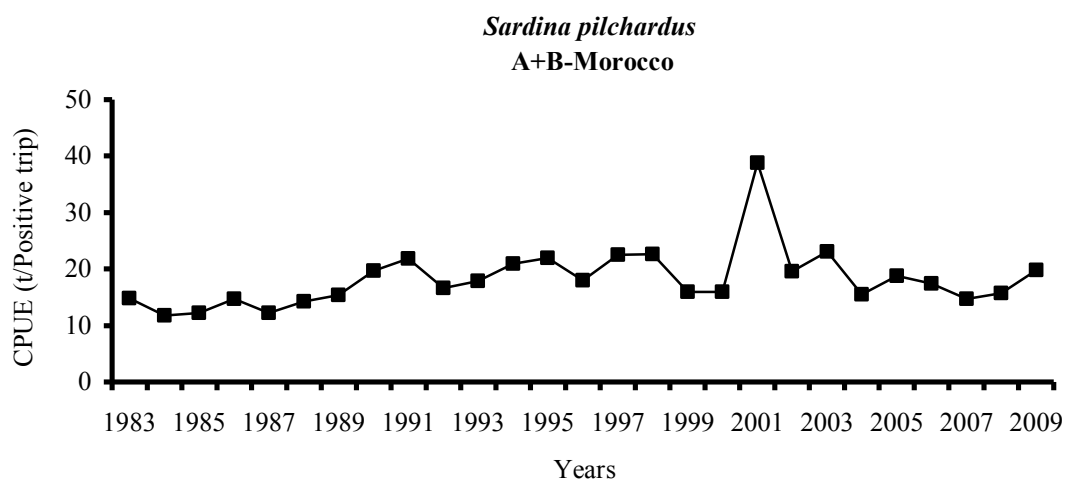


Figure 2.3.1a: CPUE of *Sardina pilchardus* (1983–2009) in Zone A+B (Morocco tonnes/positive trips)/
CPUE de *Sardina pilchardus* (1983-2009) dans la Zone A+B (Maroc tonnes/sorties positives)

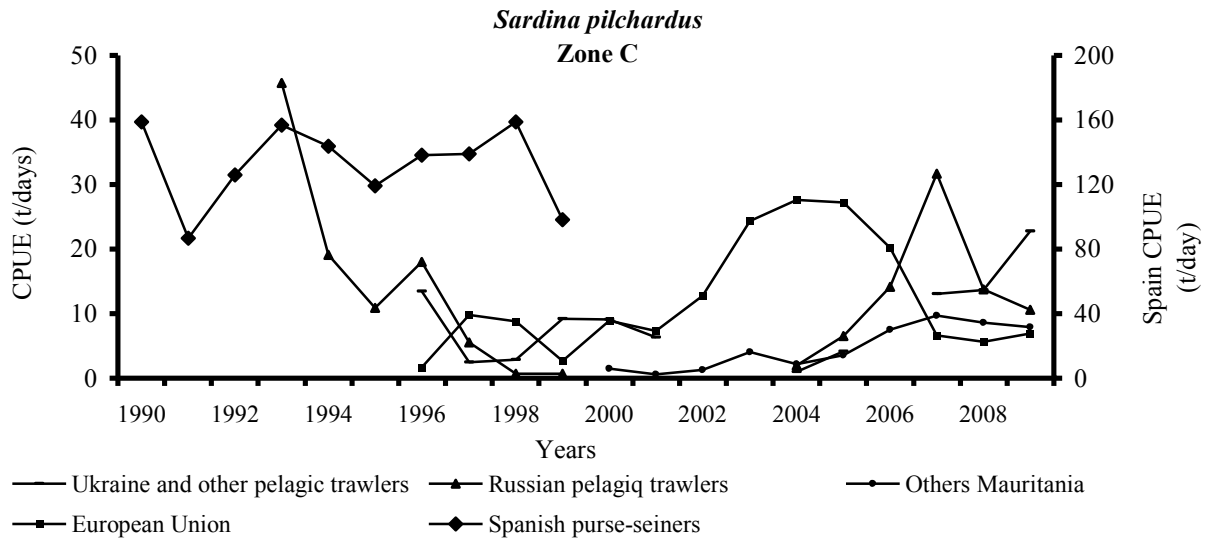


Figure 2.3.1b: CPUE of *Sardina pilchardus* (1992–2009) by fishery in Zone C (tonnes/fishing days)/
CPUE de *Sardina pilchardus* (1992-2009) par pêcherie dans la Zone C (tonnes/jours de pêche)

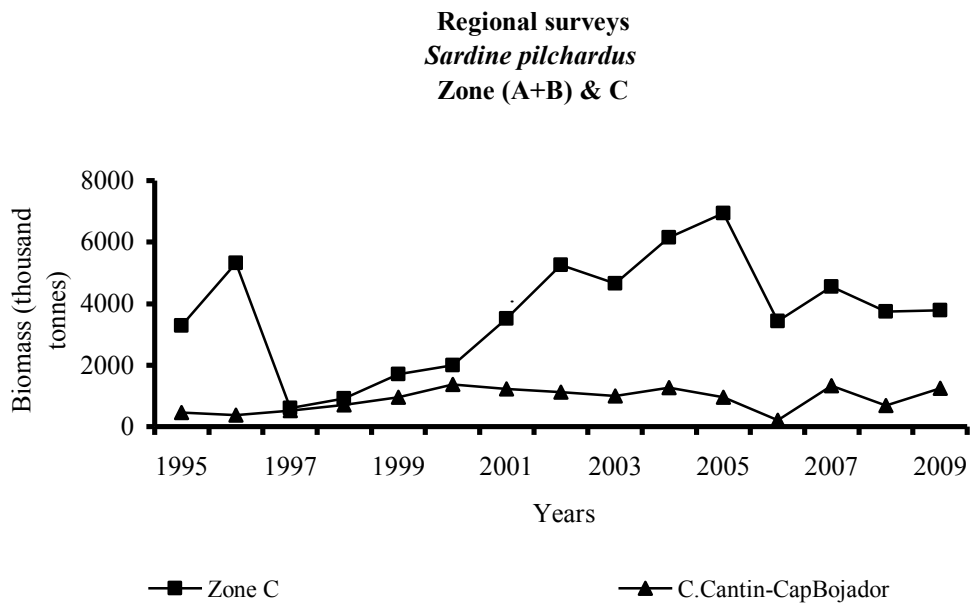


Figure 2.3.2a: Biomass estimates of sardine (1995–2009) for Zones A+B and C from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and regional research vessels (in thousand tonnes)/
Estimations de la biomasse de sardine (1995-2009) dans les Zones A+B et C du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et navires de recherche régionaux (en milliers de tonnes)

R/V ATLANTIDA
Sardine pilchardus
Zone A+B & C

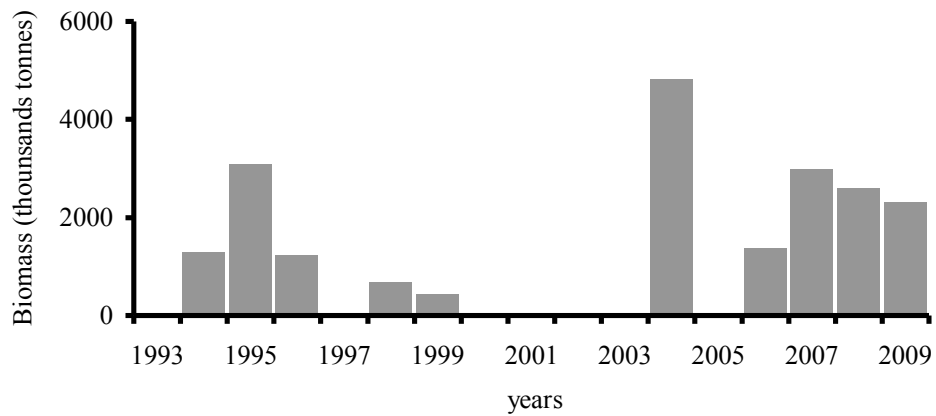
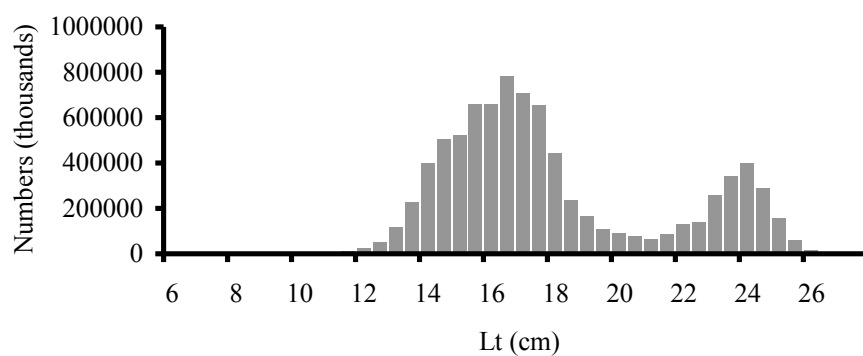


Figure 2.3.2b: Biomass estimates of sardine (1994–2009) for Zone C from R/V ATLANTIDA (in thousand tonnes)/
Estimations de la biomasse de sardine (1994-2009) dans la Zone C du N/R ATLANTIDA (en milliers de tonnes)

Sardina pilchardus
Zone A+B
2008



Sardina pilchardus
Zone A+B
2009

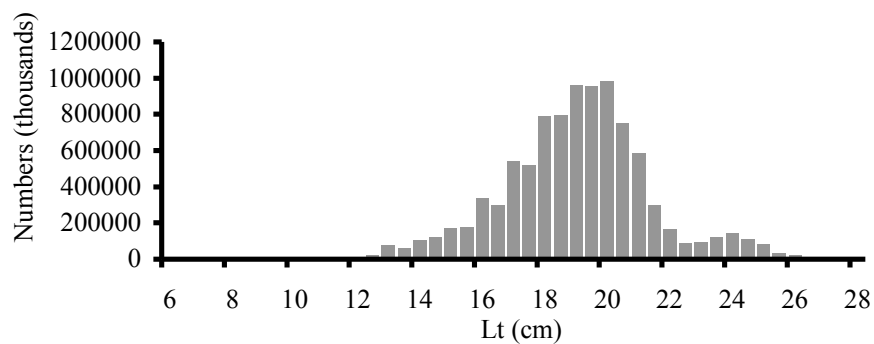


Figure 2.5.1a: Length composition of catches for 2008–2009 in Zone A+B/
Composition par taille des captures en 2008-2009 dans la Zone A+B

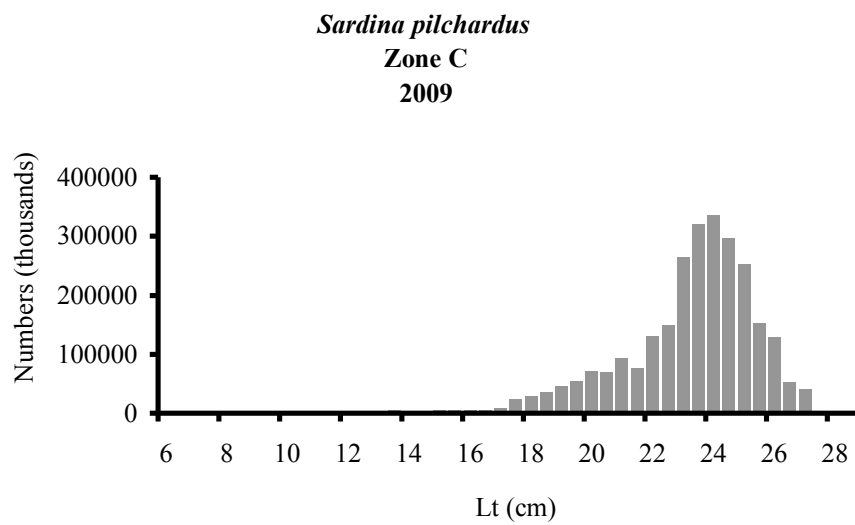
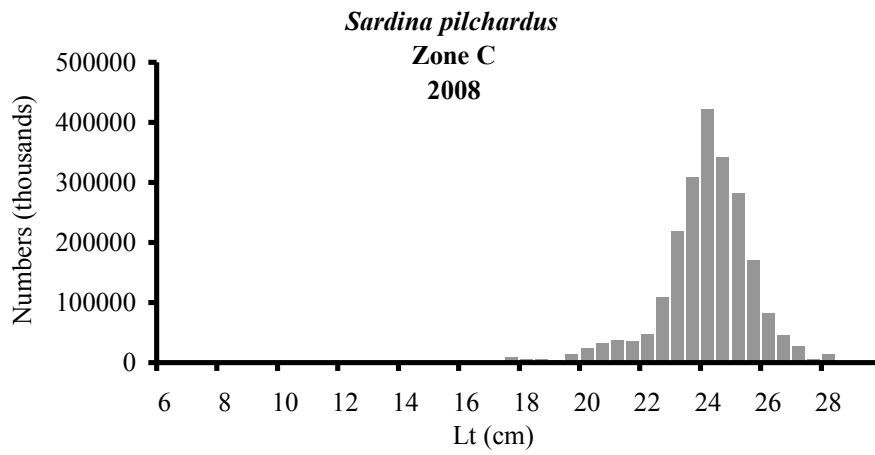


Figure 2.5.1b: Length composition of catches for 2008-2009 in Zone C/
Composition par taille des captures en 2008-2009 dans la Zone C

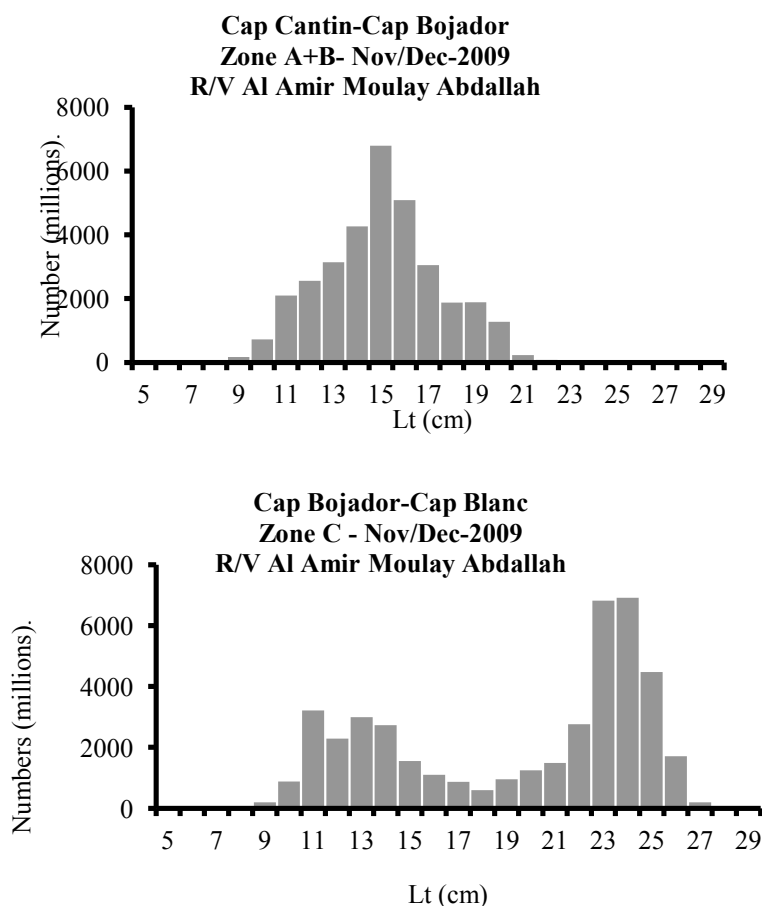


Figure 2.5.2a: Length composition of sardine (November–December 2009 Zone A+B and C) – R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH/
Composition en taille des sardines (novembre–décembre 2009 Zones A+B et C) – N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

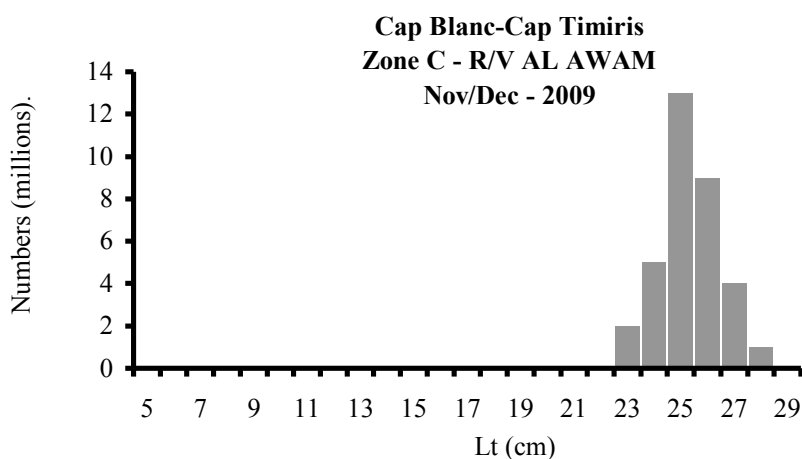


Figure 2.5.2b: Length composition of sardine (November–December 2009 Zone C) – R/V AL AWAM/
Composition en taille des sardines (novembre–décembre 2009 Zone C) – N/R AL AWAM

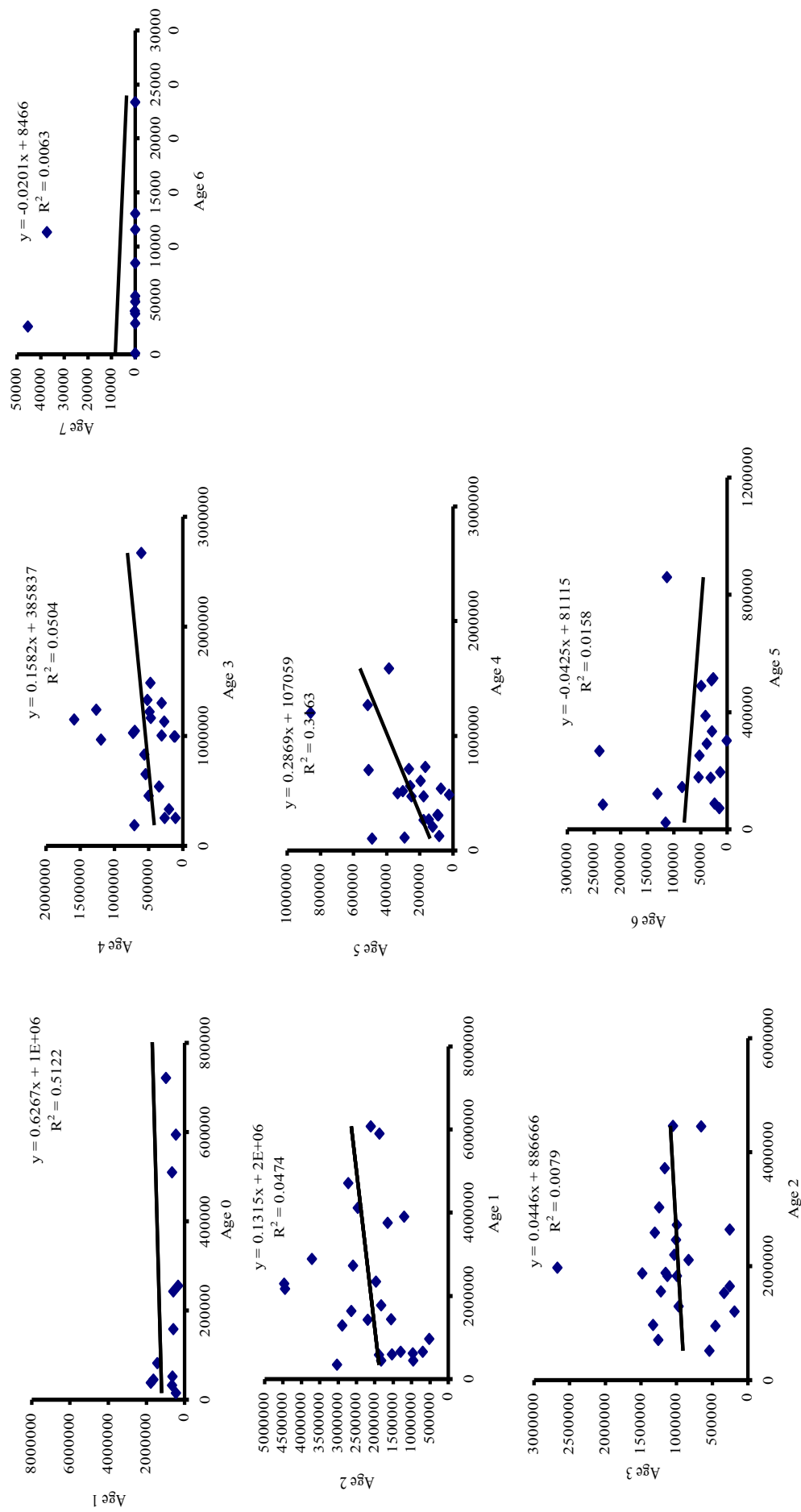


Figure 2.6.1: Exploratory analyses of the data for sardine in Zone A+B (2009)/
Analyses exploratoires des données pour la sardine dans la Zone A+B (2009)

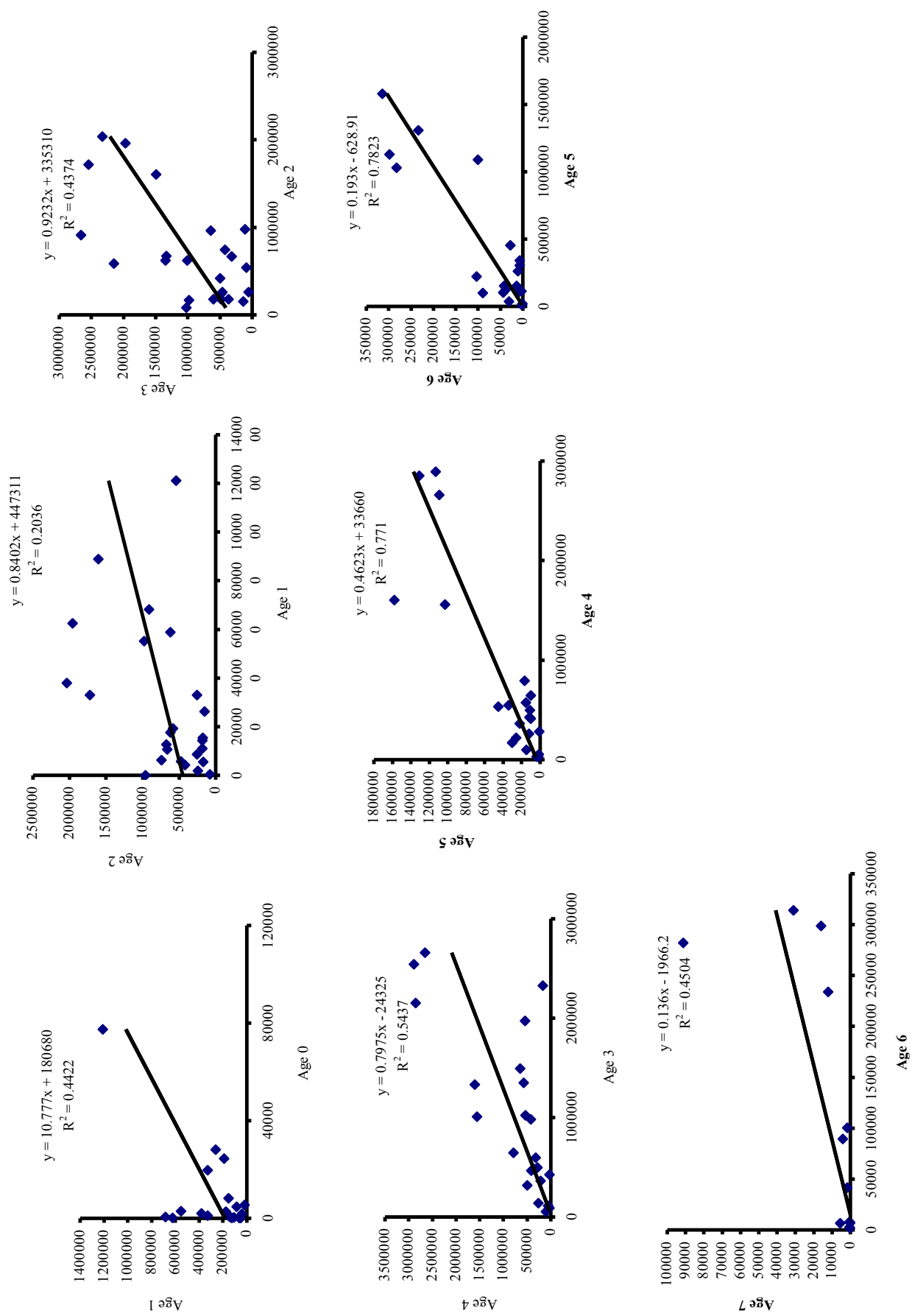


Figure 2.6.2: Exploratory analyses of the data for sardine in Zone C (2009)/Analyses exploratoires des données pour la sardine dans la Zone C (2009)

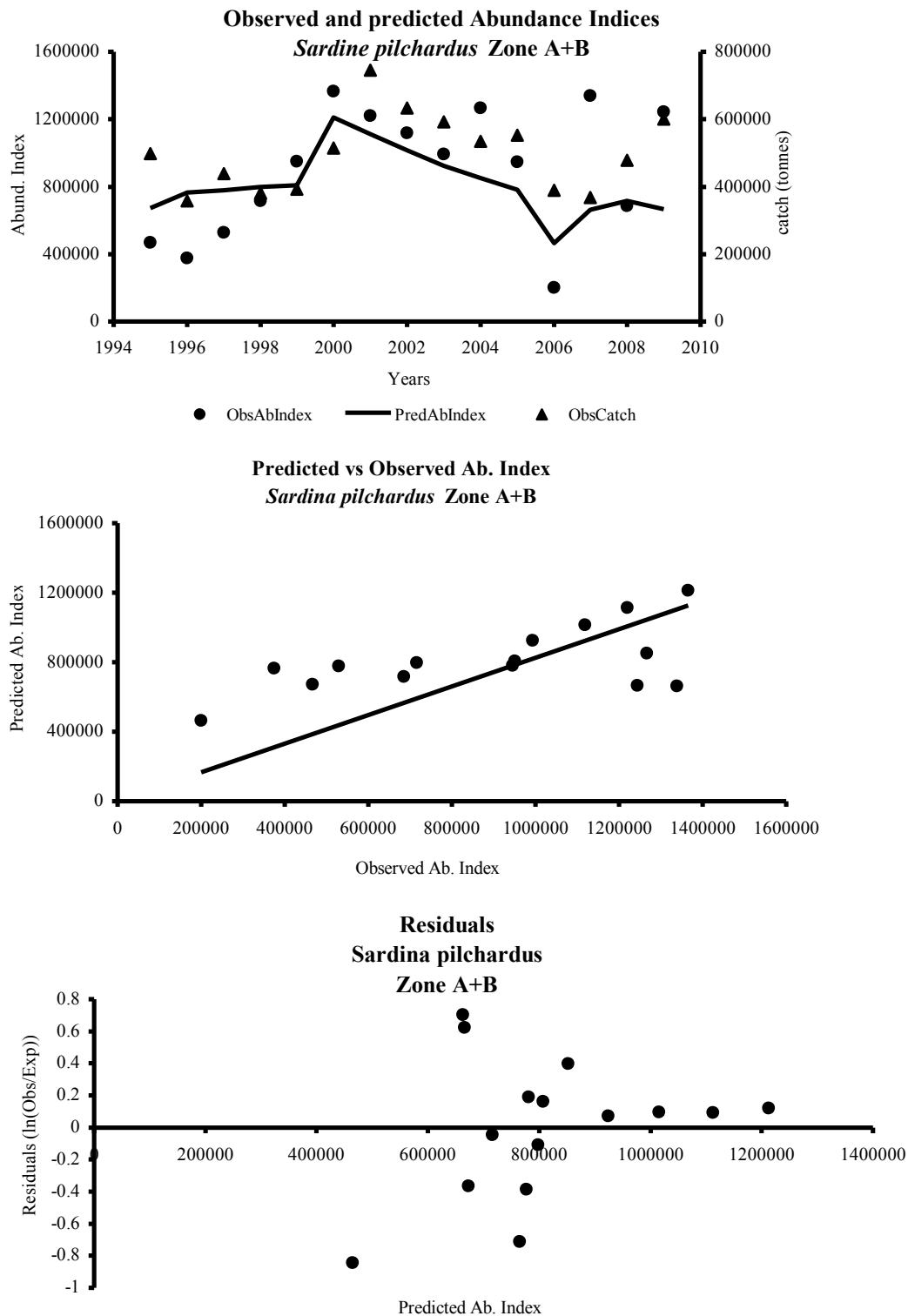


Figure 2.6.3a: Observed and predicted abundance indices for Sardine Zone A+B using estimates from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and national research vessels (1995–2009) and diagnostics of the model fit/
Indices d'abondance observés et prévus pour la sardine dans la Zone A+B à partir des estimations du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et des navires de recherche nationaux (1995-2009) ainsi que des diagnostics du modèle

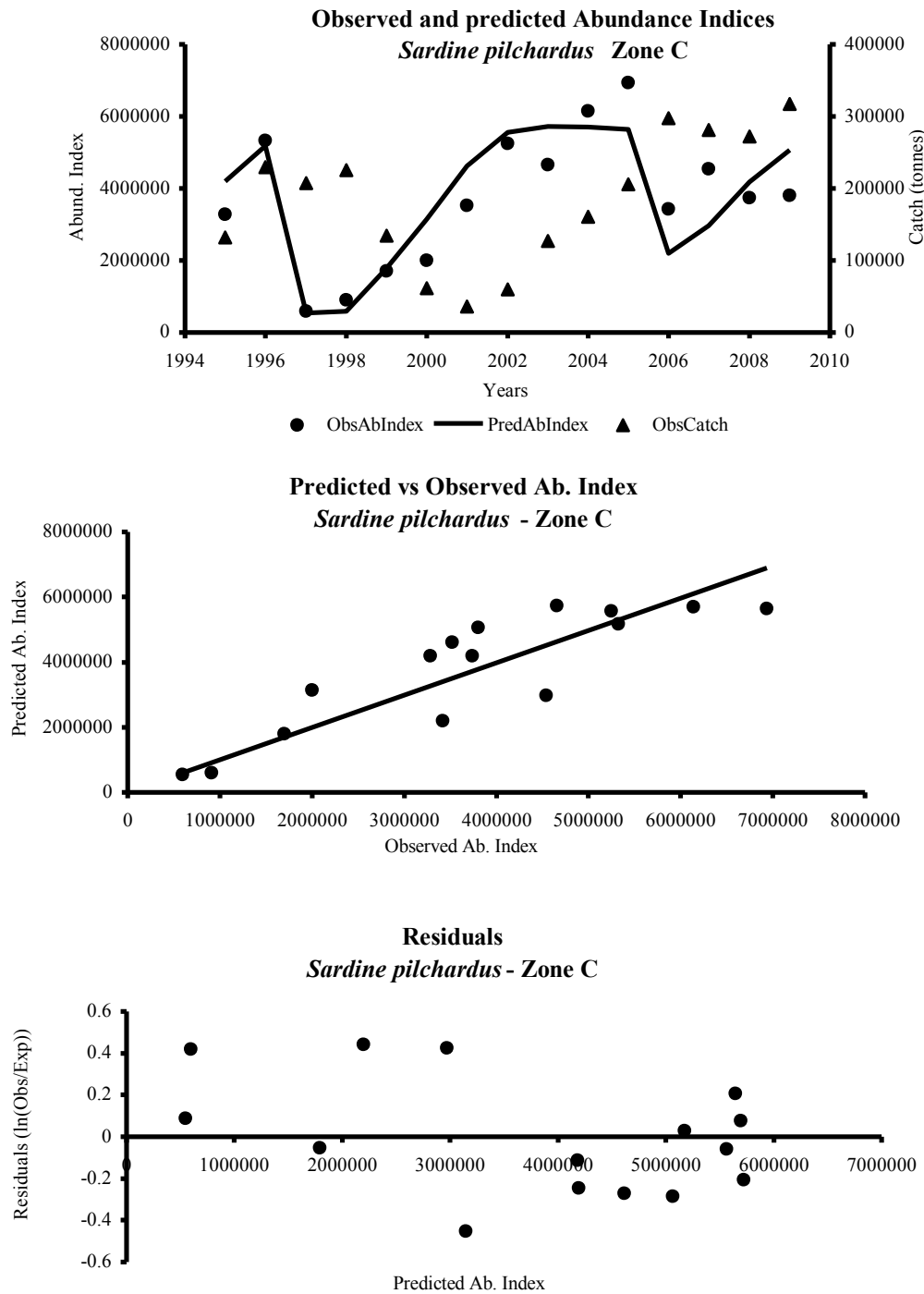


Figure 2.6.3b: Observed and predicted abundance indices for Sardine Zone C using estimates from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and research national vessels (1995–2008) and diagnostics of the model fit/

Indices d'abondance observés et prévus pour la sardine en Zone C en utilisant les estimations du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et des navires de recherche nationaux (1995-2008) ainsi que des diagnostics du modèle

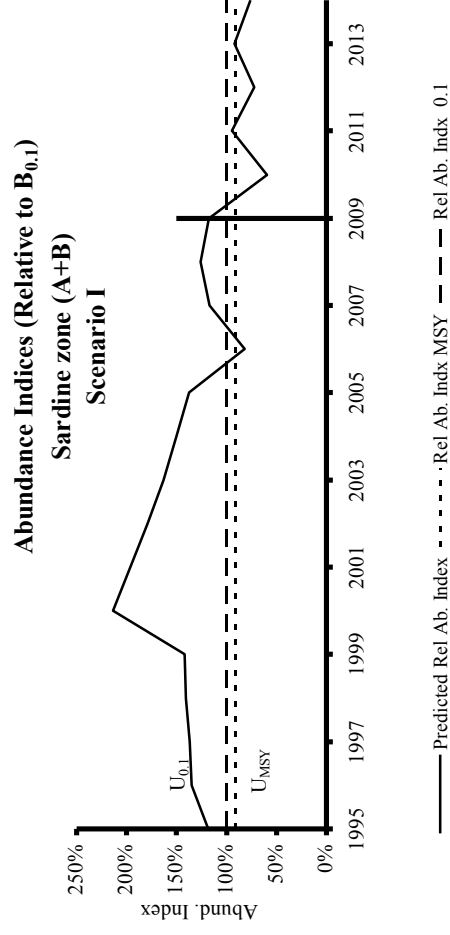
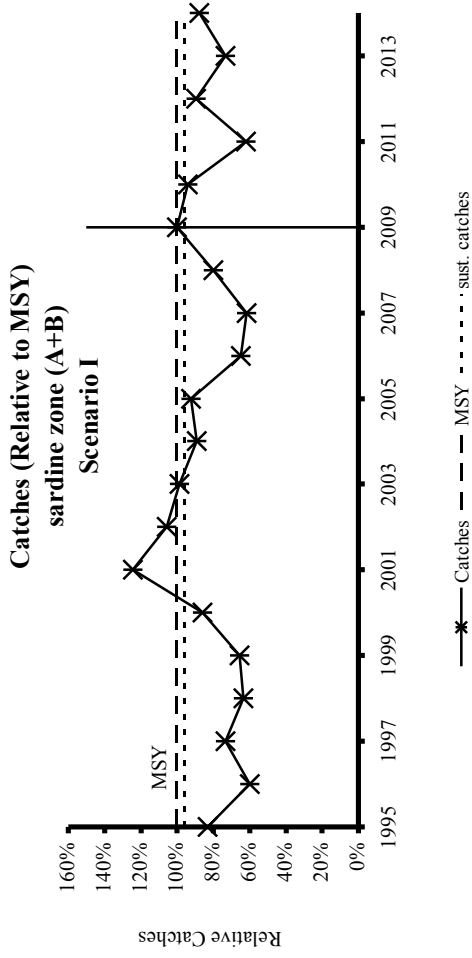


Figure 2.7.1a: Predicted trends in catches and abundance of sardine in Zone A+B – Scenario I (status quo)/
Prédictions des captures et de l’abondance de sardines dans la Zone A+B – Scénario I (status quo)

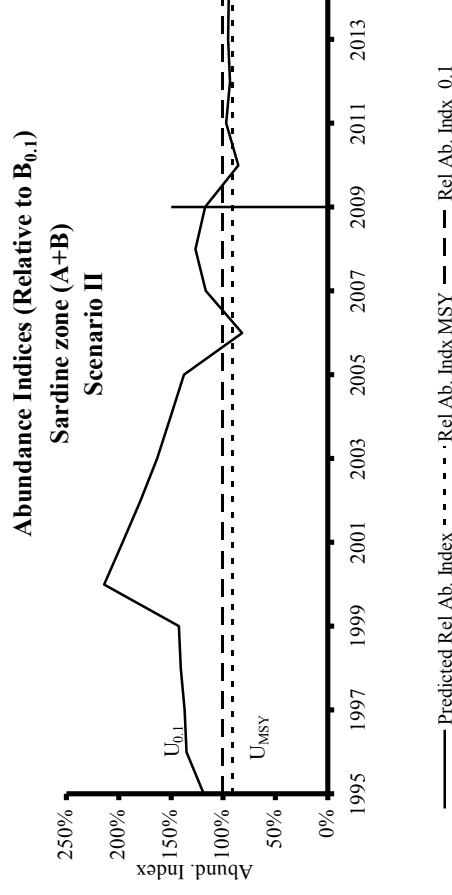
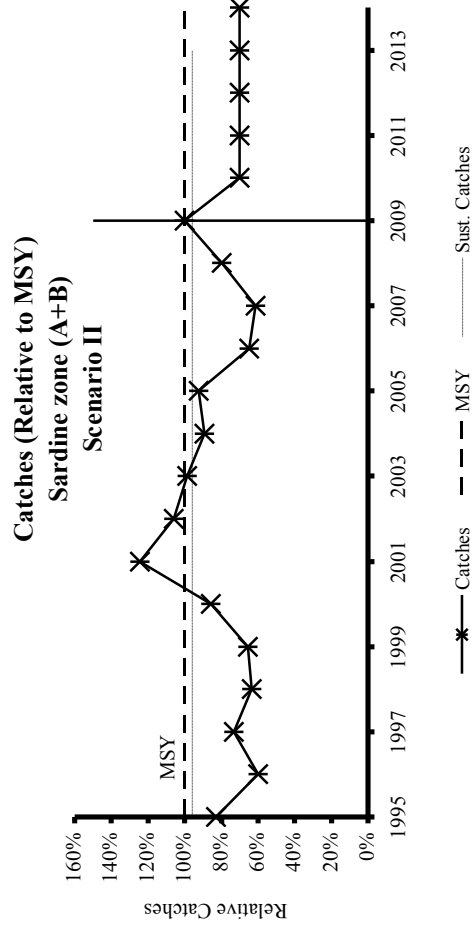


Figure 2.7.1b: Predicted trends in catches and abundance of sardine in Zone A+B – Scenario II (30 percent decrease in catch)/
Prédictions des captures et de l’abondance de sardines dans la Zone A+B – Scénario II (30 pour cent réduction de la capture)

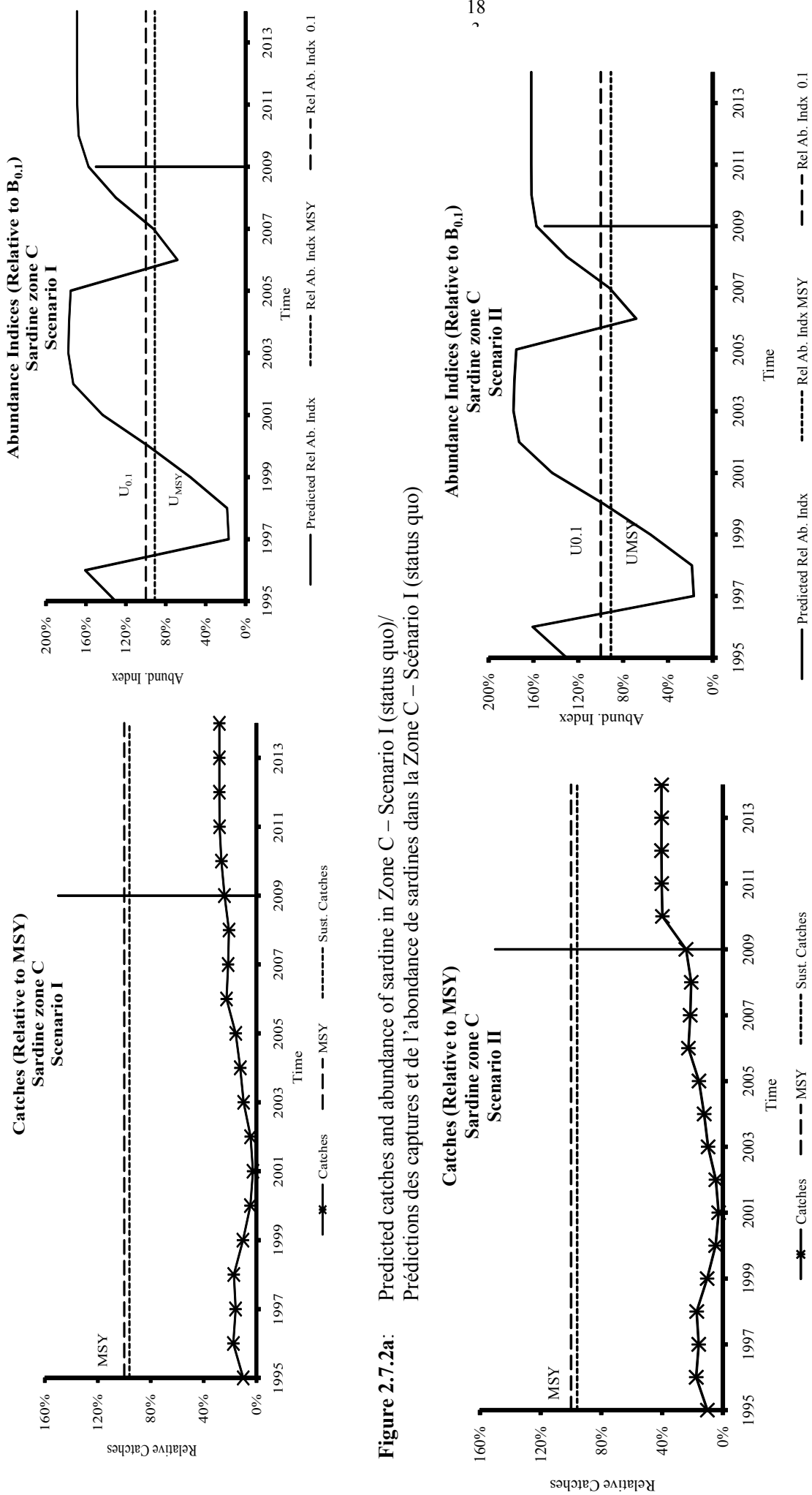


Figure 2.7.2a: Predicted catches and abundance of sardine in Zone C – Scenario I (status quo)/
 Prédiction des captures et de l’abondance de sardines dans la Zone C – Scénario I (status quo)

Figure 2.7.2b: Predicted trends in catches and abundance of sardine in Zone A+B – Scenario II (50 percent increase in effort)/
 Prédiction des captures et de l’abondance de sardines dans la Zone A+B – Scénario II (50 pour cent d’accroissement de l’effort)

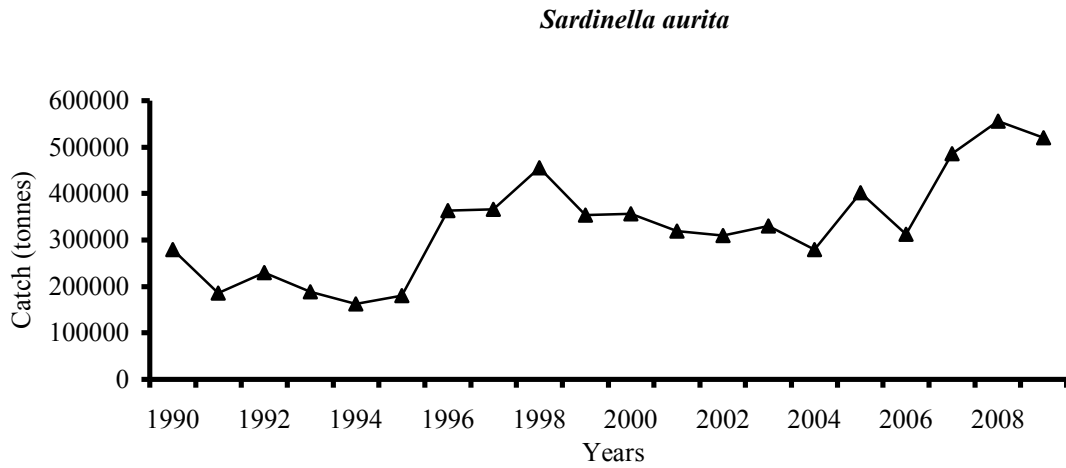


Figure 3.2.1a: Total catch of *Sardinella aurita* (1990–2009) in the whole subregion/
Captures totales de *Sardinella aurita* (1990–2009) dans toute la sous-région

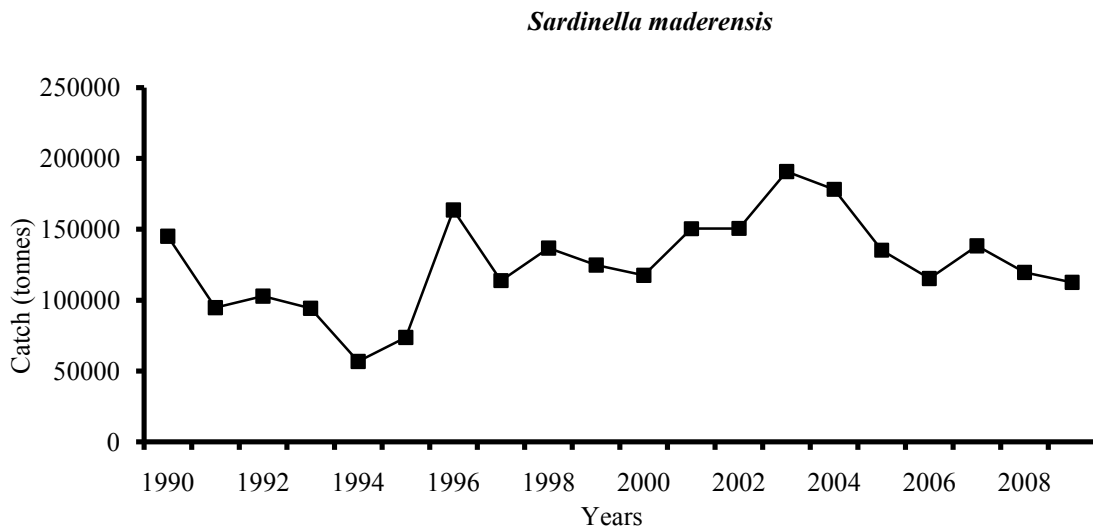


Figure 3.2.1b: Total catch of *Sardinella maderensis* (1990–2009) in the whole subregion/
Captures totales de *Sardinella maderensis* (1990–2009) dans toute la sous-région

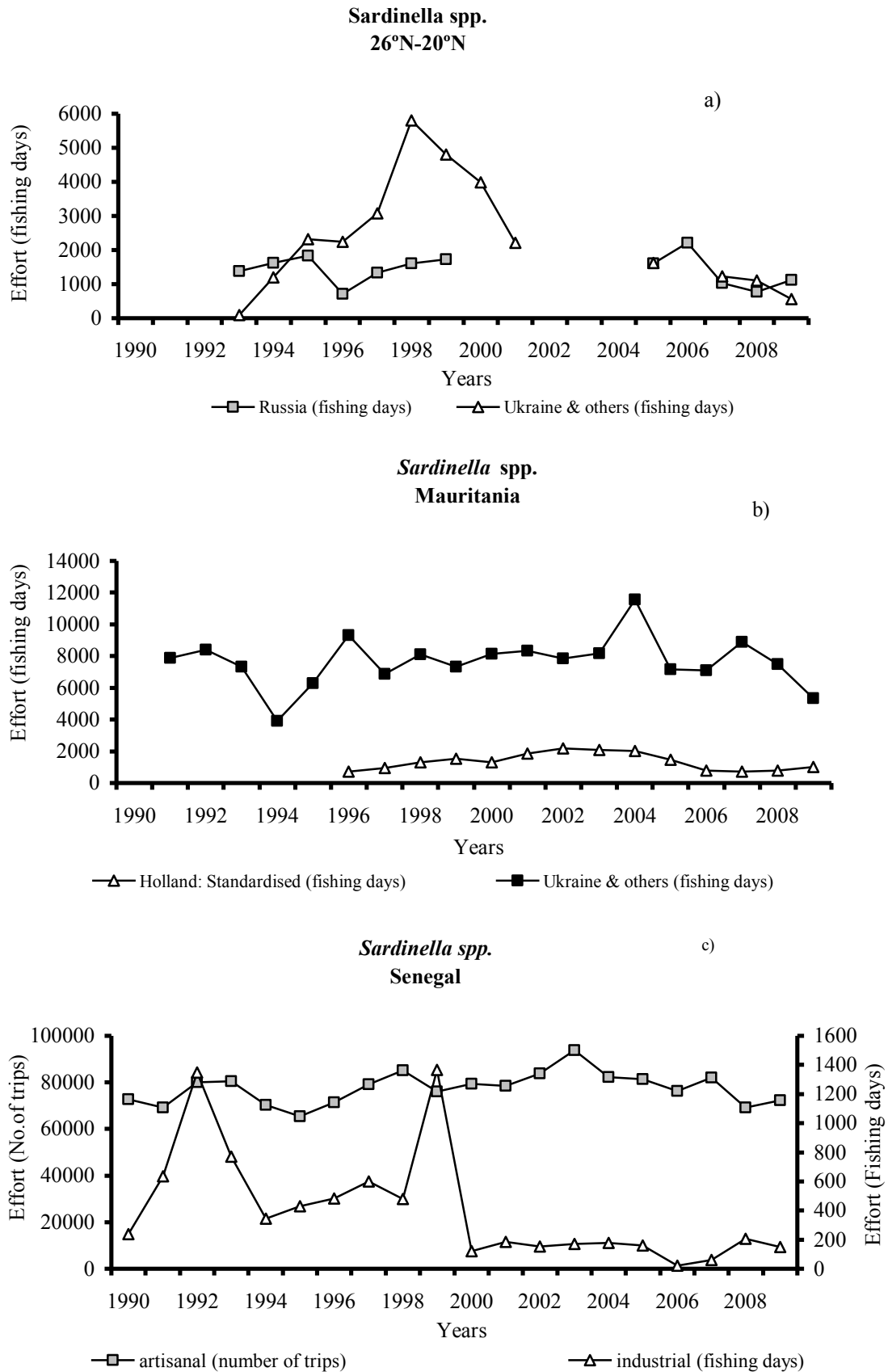


Figure 3.2.2a,b,c: Effort of *Sardinella* spp. (1990–2009) by fleet and year (a) Zone 26°N–20°N, (b) Mauritania and (c) Senegal (effort in fishing days or number of trips)/ Effort de *Sardinella* spp. (1990–2009) par flottille et par année (a) zone 26°N–20°N, (b) en Mauritanie et (c) au Sénégal (effort en jours de pêche ou en nombre de sorties)

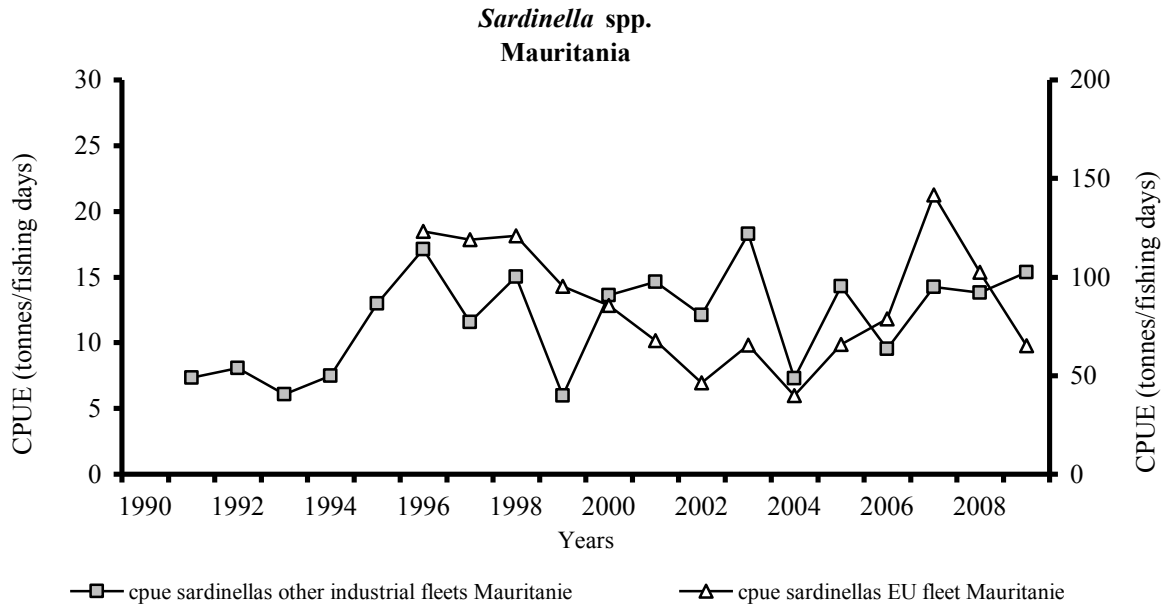


Figure 3.3.1a: CPUE of *Sardinella* spp. (1990–2009) by fishery in Mauritania (tonnes/fishing days)/
CPUE de *Sardinella* spp. (1990-2009) par pêcheurie en Mauritanie (tonnes/jours de pêche)

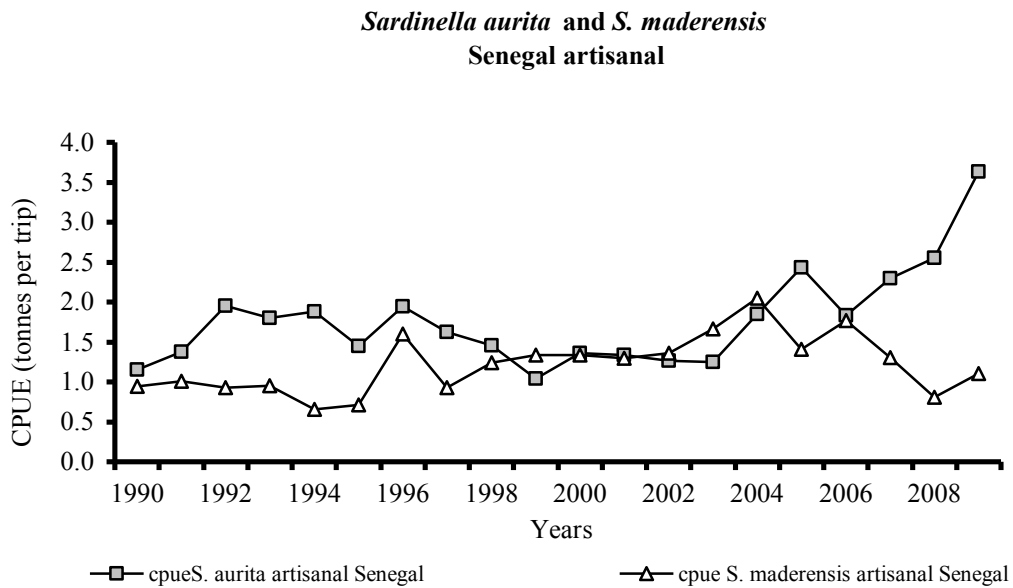


Figure 3.3.1b: CPUE of *Sardinella* spp. (1990–2009) by species for the artisanal fishery in Senegal (tonnes/number of trips)/
CPUE de *Sardinella* spp. (1990-2009) par espèce pour la pêcheurie artisanale au Sénégal (tonnes/nombre de sorties)

Regional Surveys (*Sardinella aurita* & *S. maderensis*)
C. Boujdor - C. Blanc

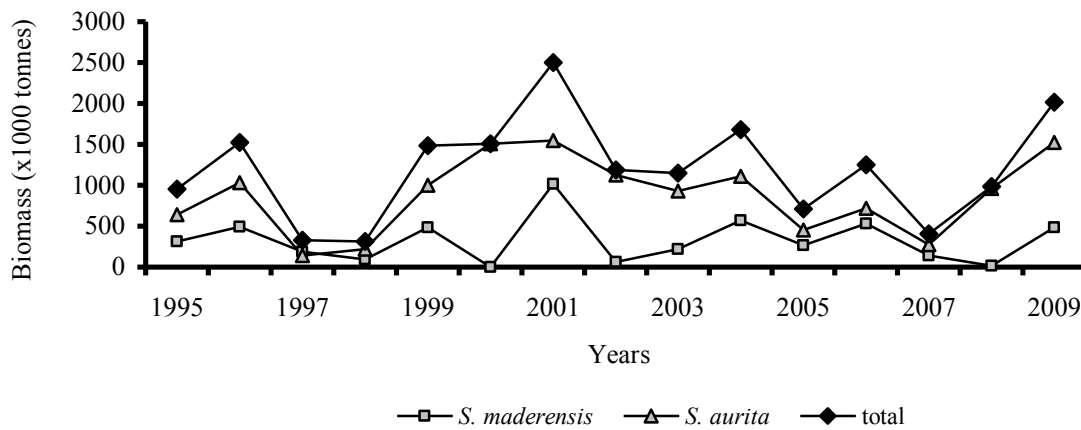


Figure 3.3.2a: Biomass estimates of *S. aurita* and *S. maderensis* (1995–2009) North of Cape Blanc, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and AL AMIR MOULAY ABDALLAH (biomass in thousand tonnes)/
 Estimations de la biomasse de *S. aurita* et *S. maderensis* (1995-2009) pour la zone nord du Cap Blanc, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et AL AMIR MOULAY ABDALLAH (biomasse en milliers de tonnes)

Regional Surveys (*Sardinella aurita* & *S. maderensis*)
Mauritania

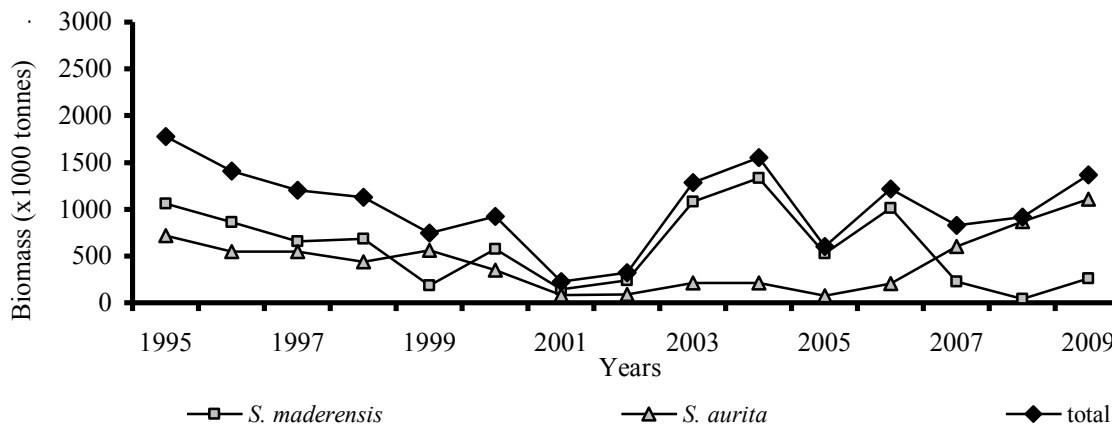


Figure 3.3.2b: Biomass estimates of *S. aurita* and *S. maderensis* (1995–2009) for Mauritania, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and AL AWAM (biomass in thousand tonnes)/
 Estimations de la biomasse de *S. aurita* et *S. maderensis* (1995-2009) pour la Mauritanie, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et AL AWAM (biomasse en milliers de tonnes)

Regional Surveys (*Sardinella aurita* & *S. maderensis*)
Senegal - Gambia

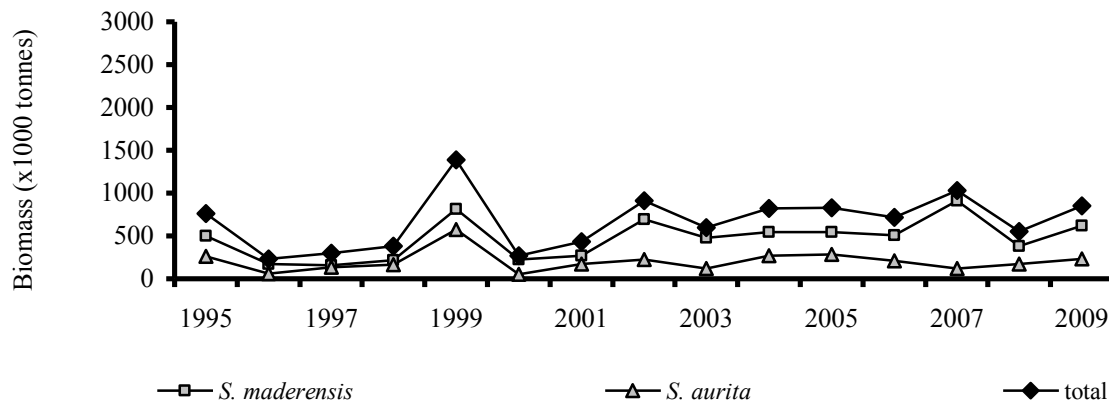


Figure 3.3.2c: Biomass estimates of *S. aurita* and *S. maderensis* (1995–2008) for Senegal and Gambia, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and ITAF DEME (biomass in thousand tonnes)/
 Estimations de la biomasse de *S. aurita* et *S. maderensis* (1995-2009) pour le Sénégal et la Gambie, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et ITAF DEME (poids en milliers de tonnes)

Regional Surveys
North CECAF subarea

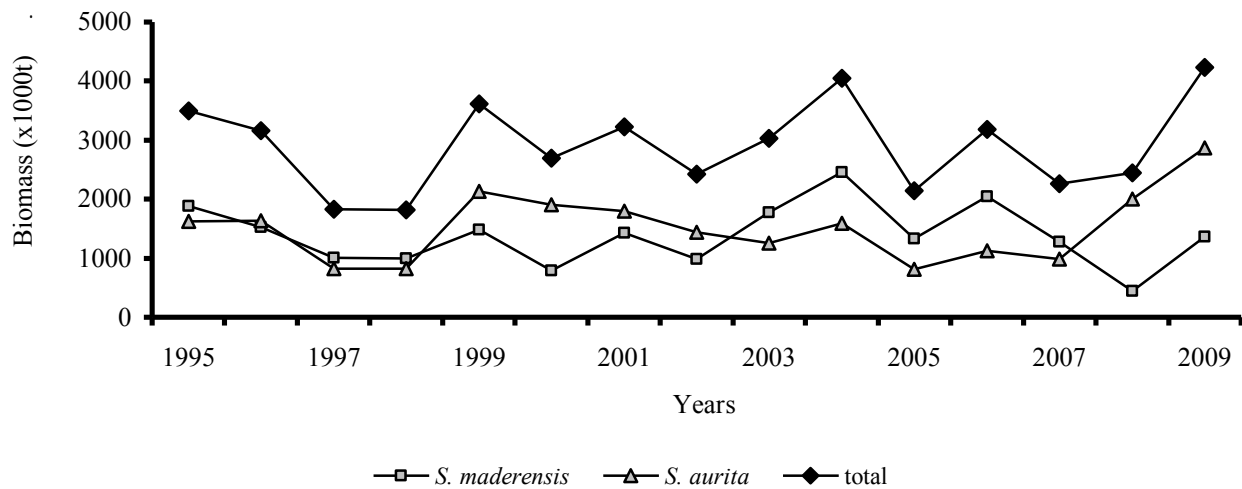


Figure 3.3.2d: Biomass estimates of *S. aurita* and *S. maderensis* (1995–2009) for the subregion, R/Vs DR. FRIDTJOF NANSEN and AL AMIR, AL AWAM and ITAF DEME (biomass in thousand tonnes)/
 Estimations de la biomasse de *S. aurita* et *S. maderensis* (1995-2009) pour la sous-région, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et AL AMIR, AL AWAM et ITAF DEME (biomasse en milliers de tonnes)

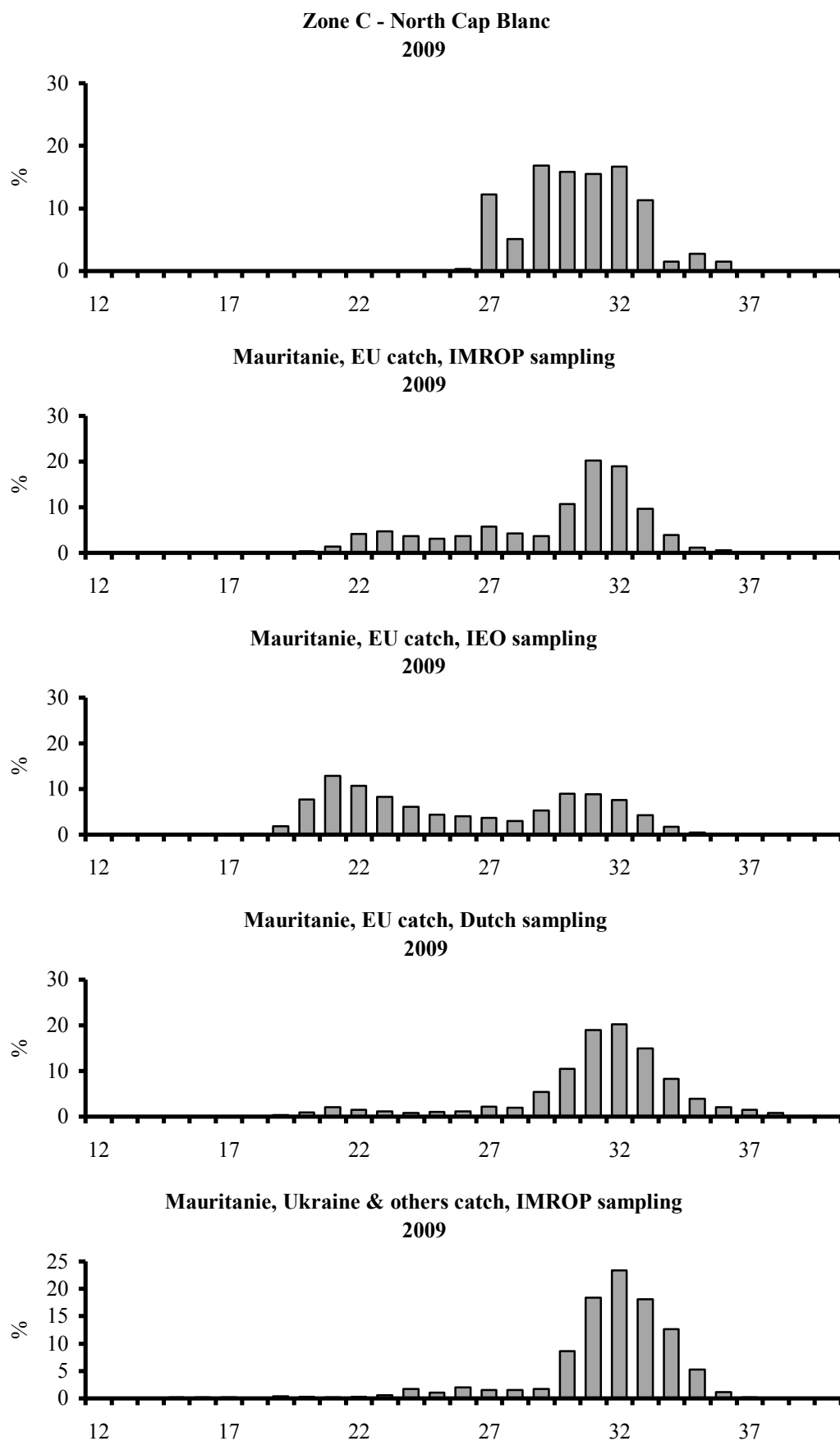


Figure 3.5.1a : Comparison of length distributions of catch and landings of *Sardinella aurita* in zone C by different sampling schemes (2009)/
 Comparaison des distributions par taille des débarquements de *Sardinella aurita* dans la zone C selon les différents schémas d'échantillonnage (2009)

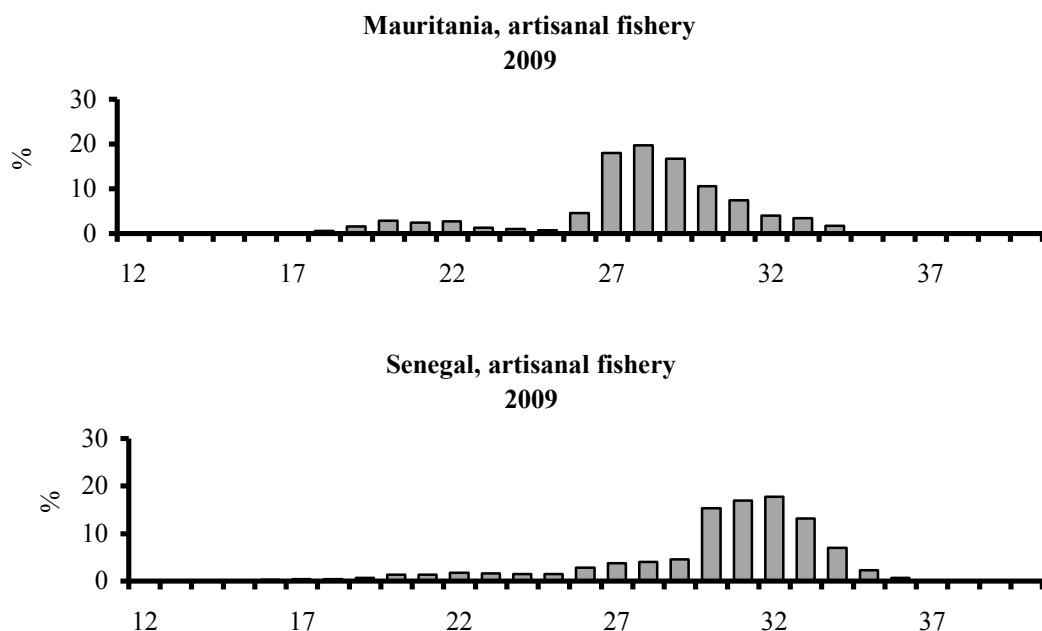


Figure 3.5.1a (cont.): Comparison of length distributions of catch and landings of *Sardinella aurita* in zone C by different sampling schemes (2009)/
Comparaison des distributions par taille des débarquements *Sardinella aurita* dans la Zone C selon les différents schémas d'échantillonnage (2009)

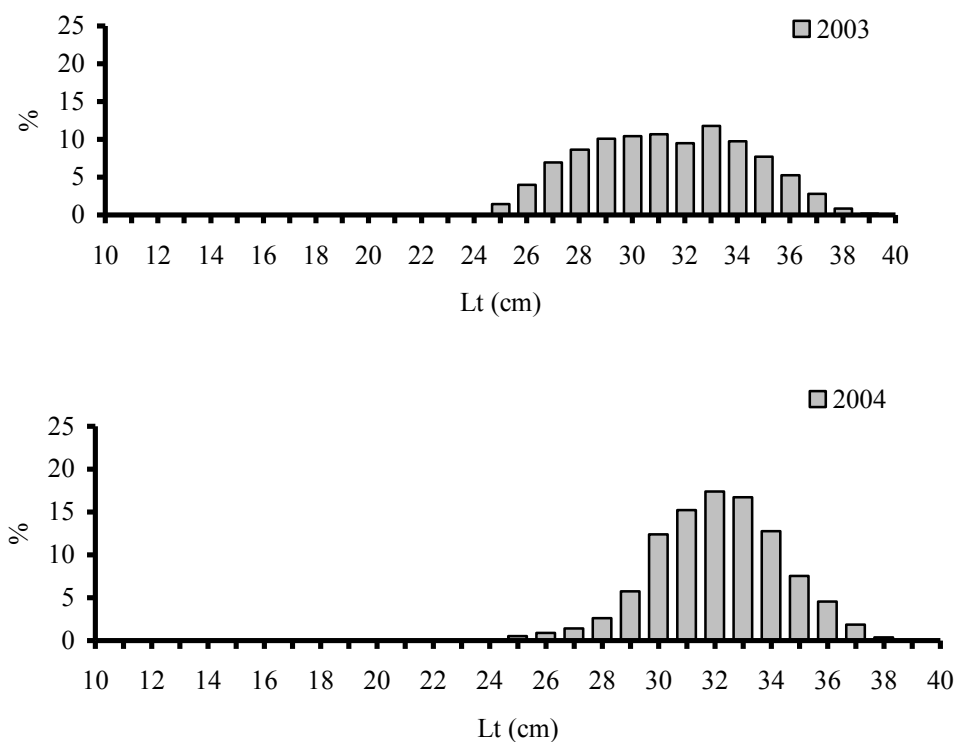


Figure 3.5.1b: Length distributions of landings/catches of *Sardinella aurita* in Mauritania (2003–2009)/
Distributions par taille des débarquements *Sardinella aurita* en Mauritanie (2003-2009)

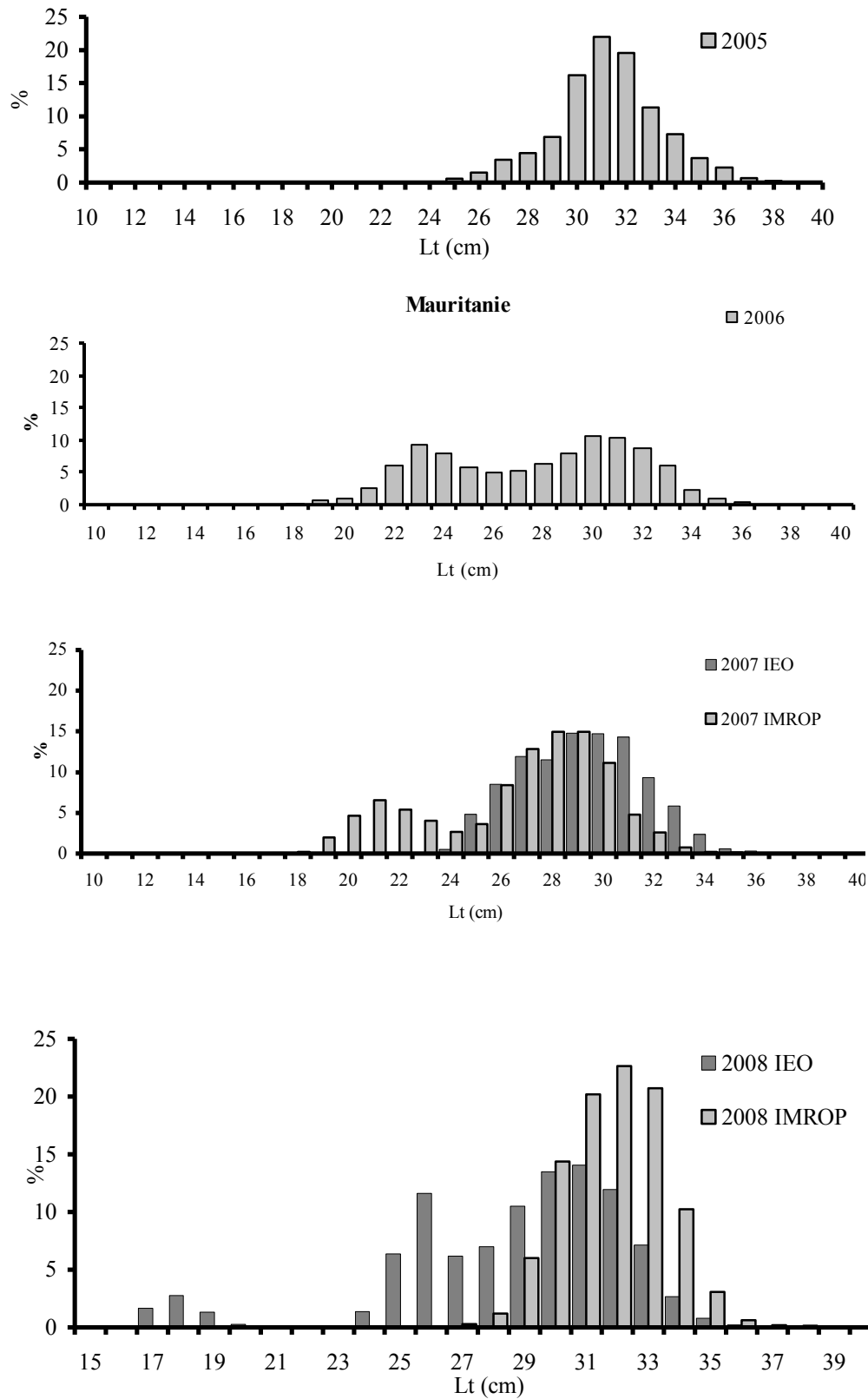


Figure 3.5.1b (cont.): Length distributions of landings/catches of *Sardinella aurita* in Mauritania (2003–2009)/
Distributions par taille des débarquements *Sardinella aurita* en Mauritanie (2003-2009)

2009

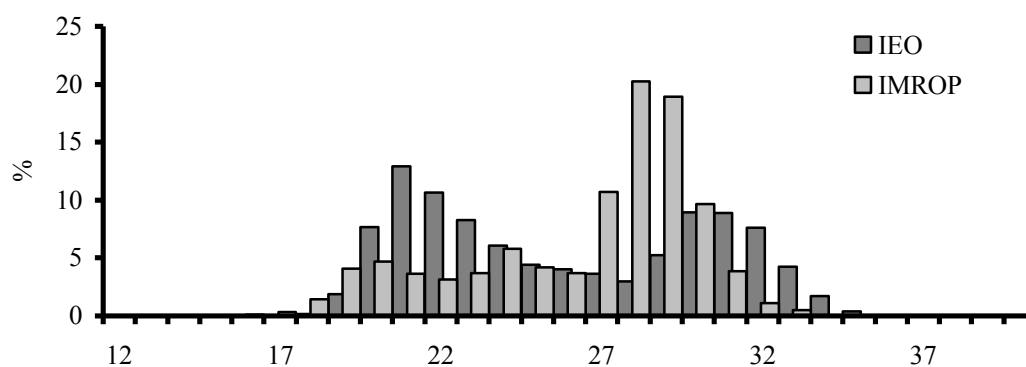
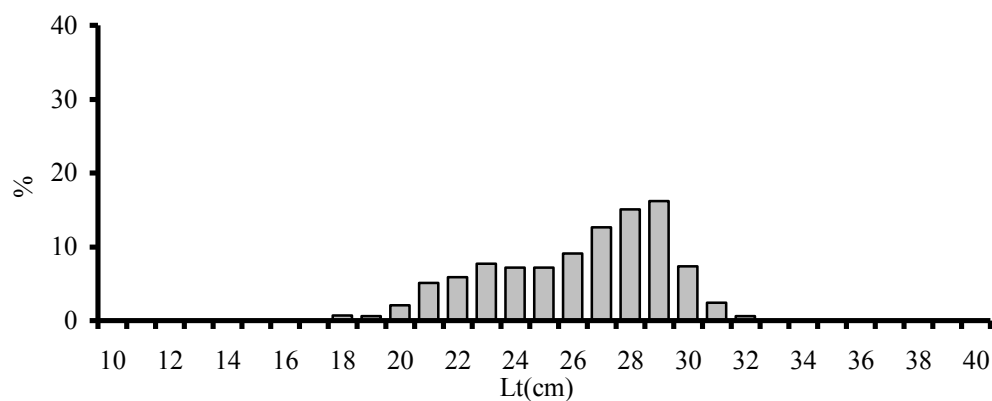


Figure 3.5.1b (cont.): Length distributions of landings/catches of *Sardinella aurita* in Mauritania (2003–2009)/
Distributions par taille des débarquements *Sardinella aurita* en Mauritanie (2003-2009)

Senegal

2003



Senegal

2004

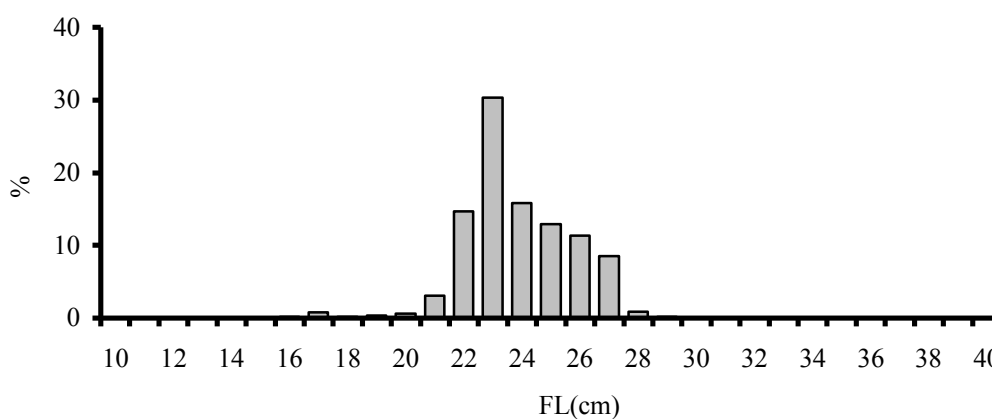


Figure 3.5.1c: Length distributions of landings of *Sardinella aurita* in Senegal (2003–2009)/
Distributions par taille des débarquements de *Sardinella aurita* au Sénégal (2003-2009)

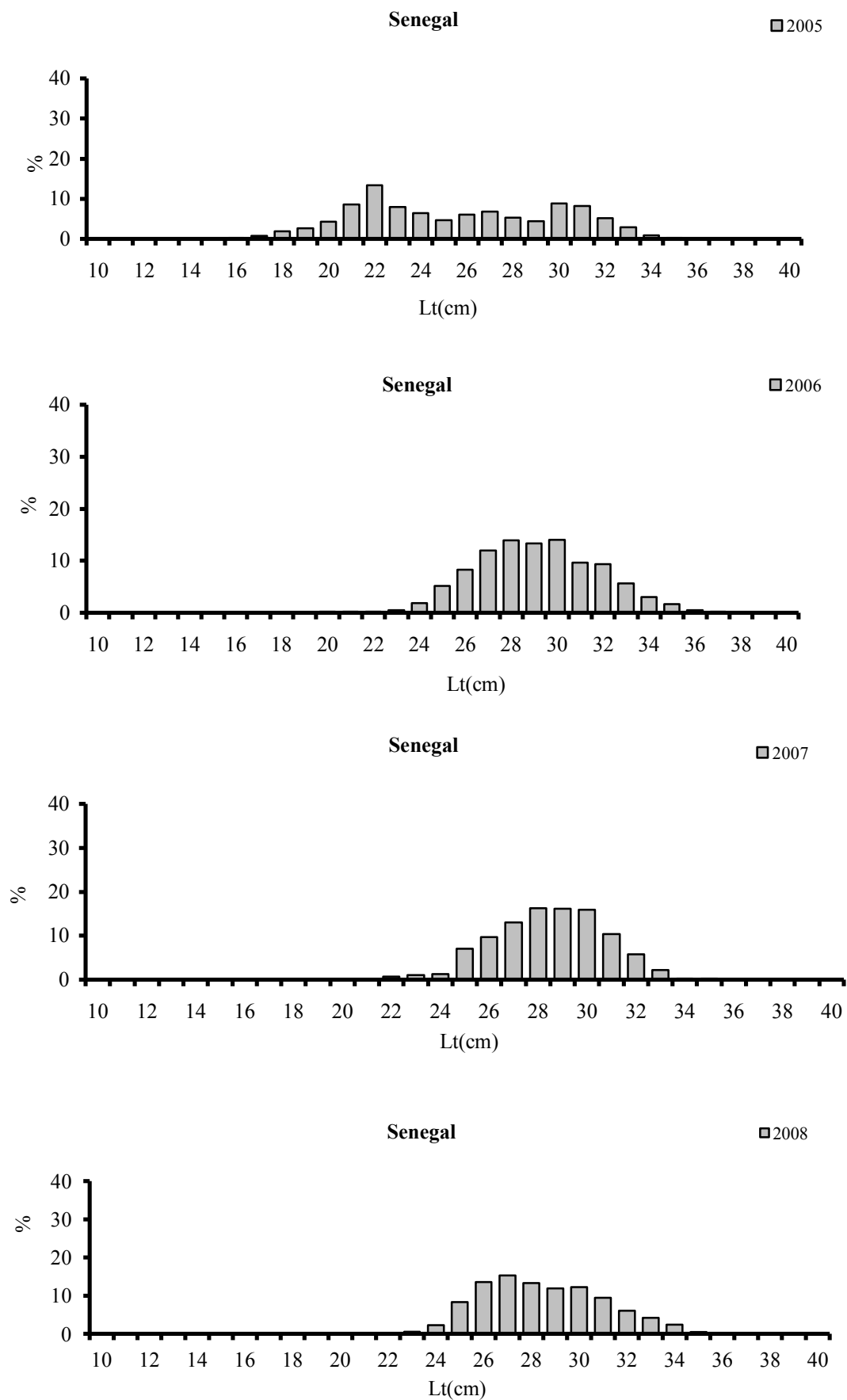


Figure 3.5.1c (cont.): Length distributions of landings of *Sardinella aurita* in Senegal (2003–2009)/
Distributions par taille des débarquements de *Sardinella aurita* au Sénégal (2003-2009)

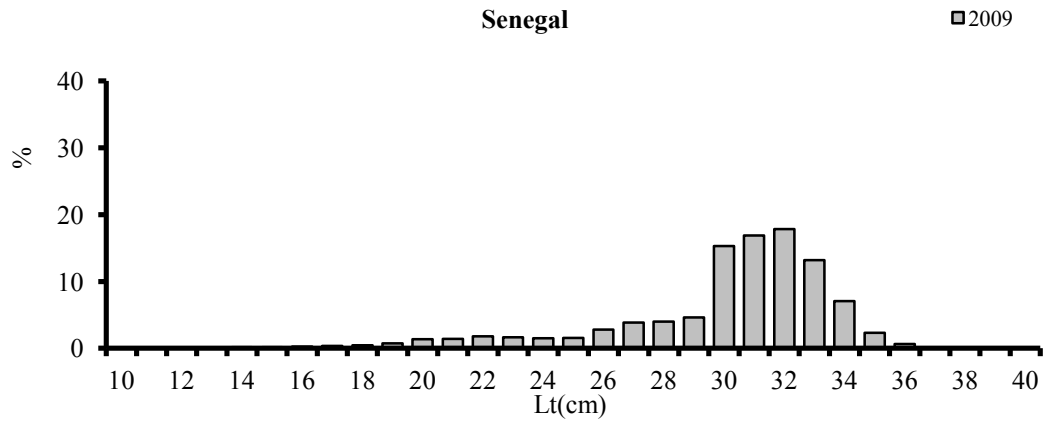


Figure 3.5.1c (cont.): Length distributions of landings of *Sardinella aurita* in Senegal (2003–2009)/
Distributions par taille des débarquements de *Sardinella aurita* au Sénégal (2003-2009)

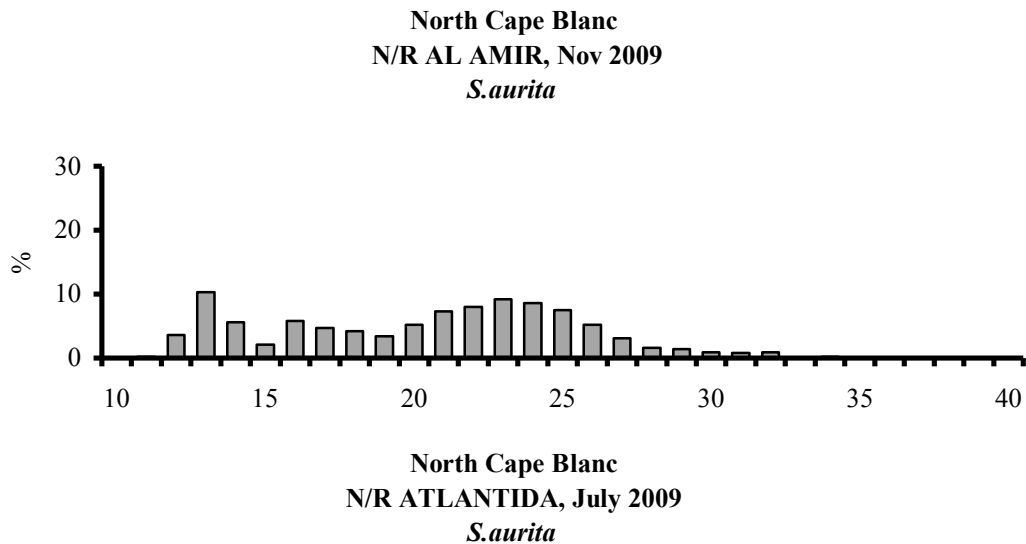


Figure 3.5.1d: Length distribution of *Sardinella aurita* (2009) in Morocco, Mauritania and Senegal, by different research vessels/
Distribution par taille (2009) de *Sardinella aurita* au Maroc, en Mauritanie et au Sénégal selon différents navires de recherche

South Cape Blanc to St. Louis

Al Awam, November 2009

S.aurita

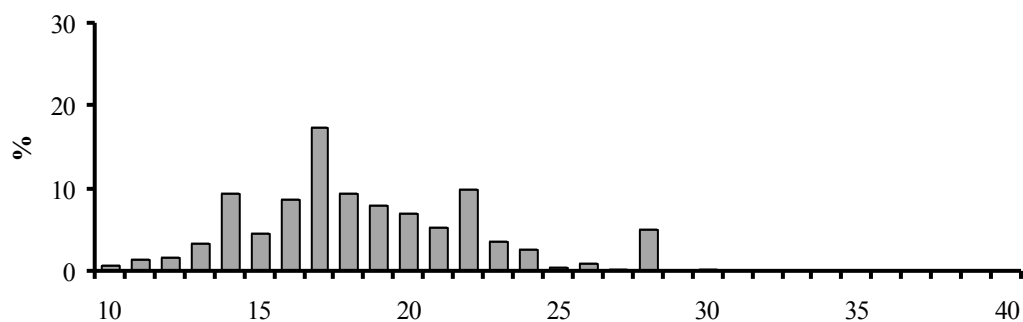


Figure 3.5.1d (cont.): Length distribution of *Sardinella aurita* (2009) in Morocco, Mauritania and Senegal, by different research vessels/
 Distribution par taille (2009) de *Sardinella aurita* au Maroc, en Mauritanie et au Sénégal selon différents navires de recherche

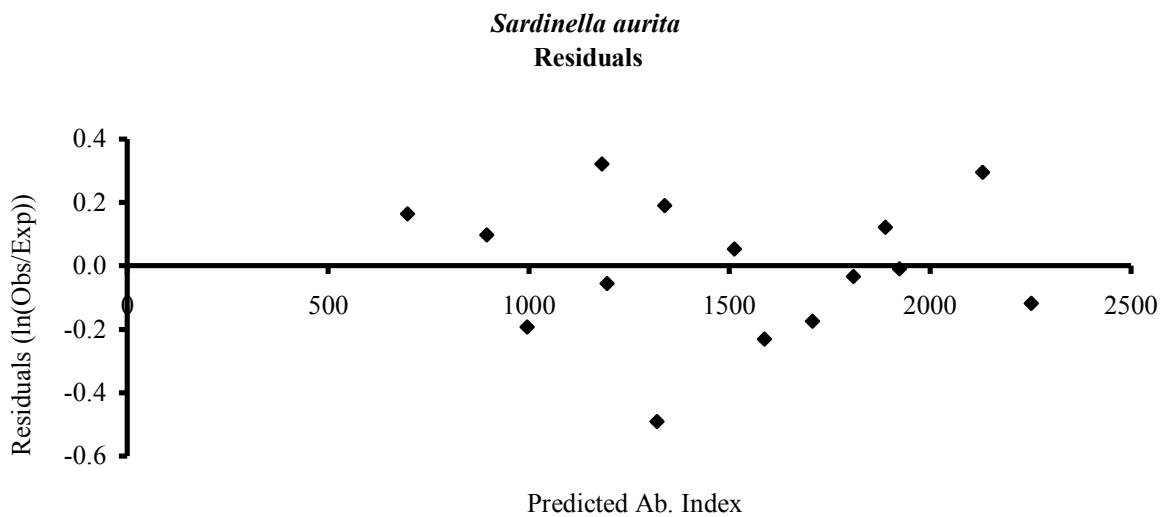
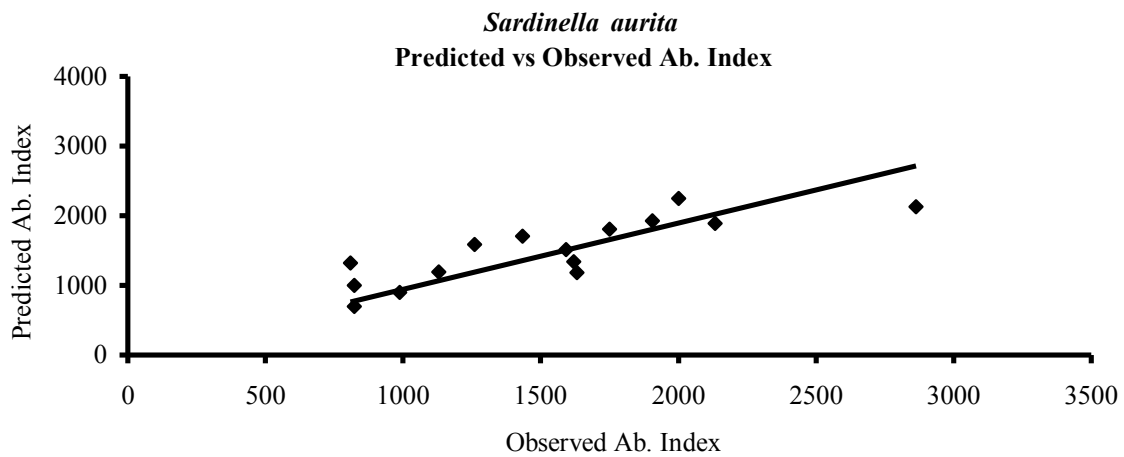
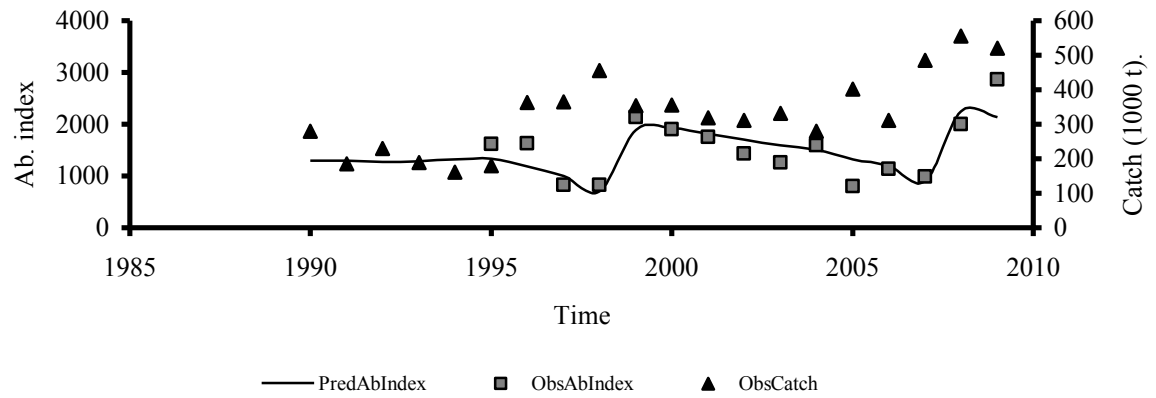
Sardinella aurita

Figure 3.6.2: Observed and predicted abundance indices for *Sardinella aurita* using biomass estimates from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and regional research vessels (1995–2009) and diagnostics of the model fit/

Indices d'abondance observés et prévus pour *Sardinella aurita* en utilisant les estimations de biomasse du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et les navires de recherche régionaux (1995-2009) et les diagnostics du modèle

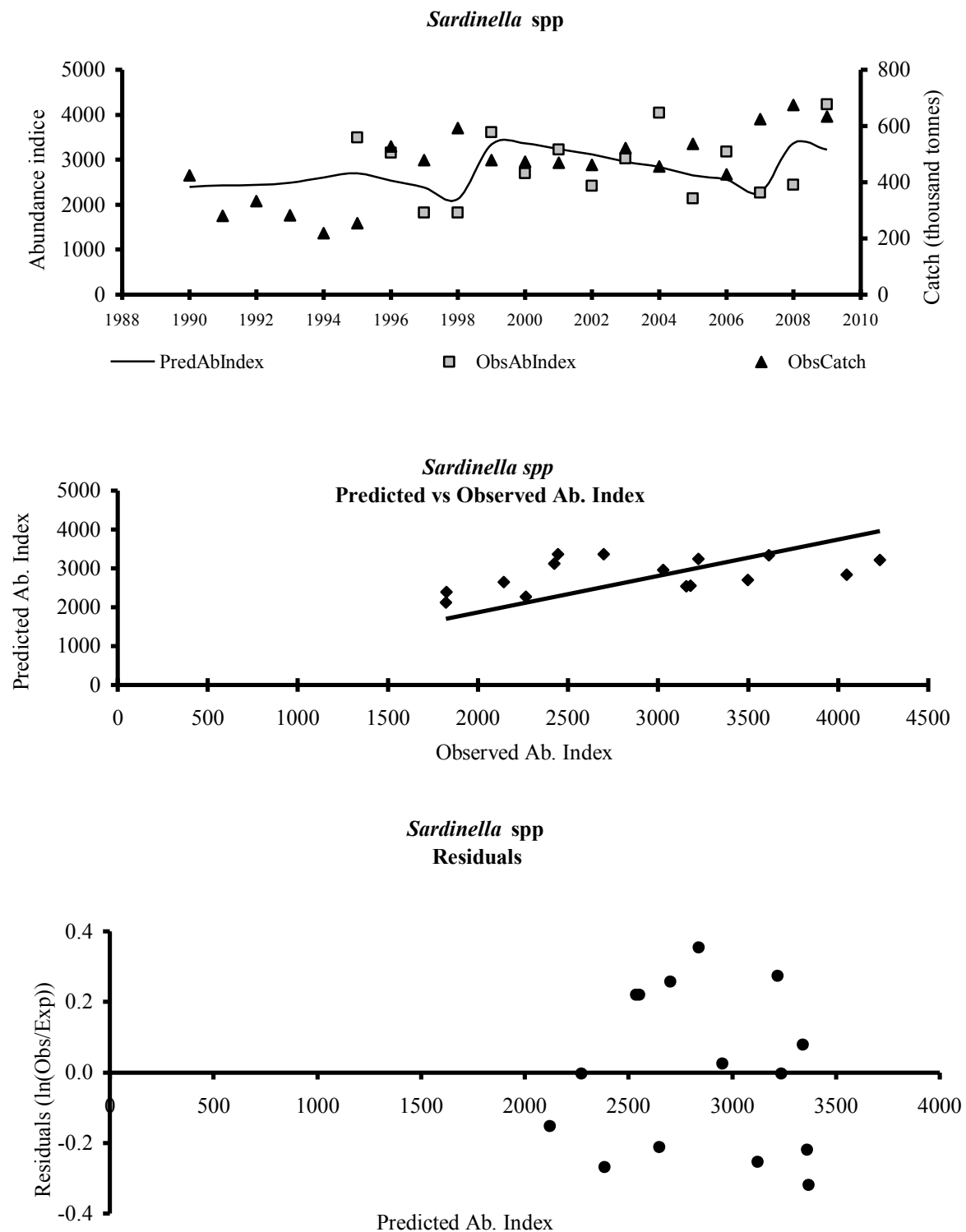


Figure 3.6.3: Observed and predicted abundance indices for *Sardinella* spp using biomass estimates from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and regional vessels (1995–2009) and diagnostics of the model fit/ Indices d’abondance observés et prévus pour *Sardinella* spp. en utilisant les estimations de biomasse du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et des navire de recherche régionaux (1995-2009) et les diagnostics du modèle

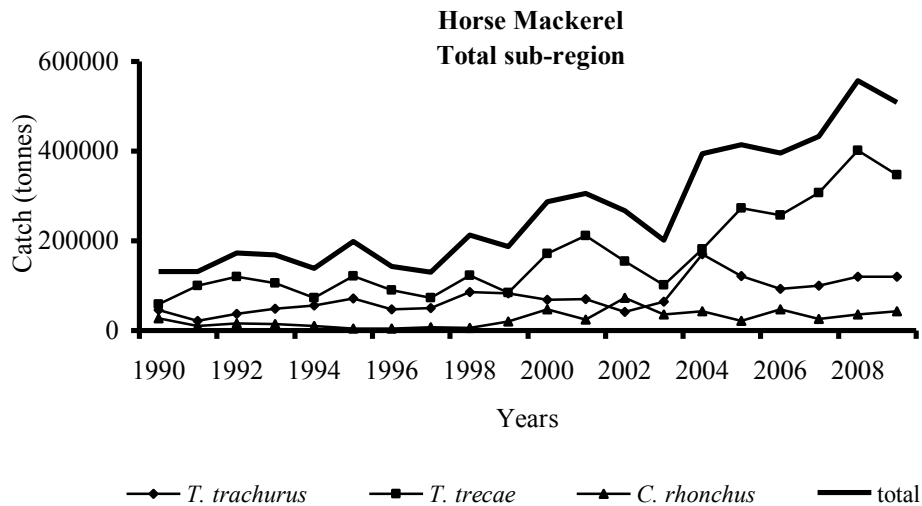


Figure 4.2.1: Total catches (tonnes) of horse mackerel in the subregion by species and year (1990–2009)/
Captures totales (tonnes) de chinchards dans la sous-région par espèce et par année (1990-2009)

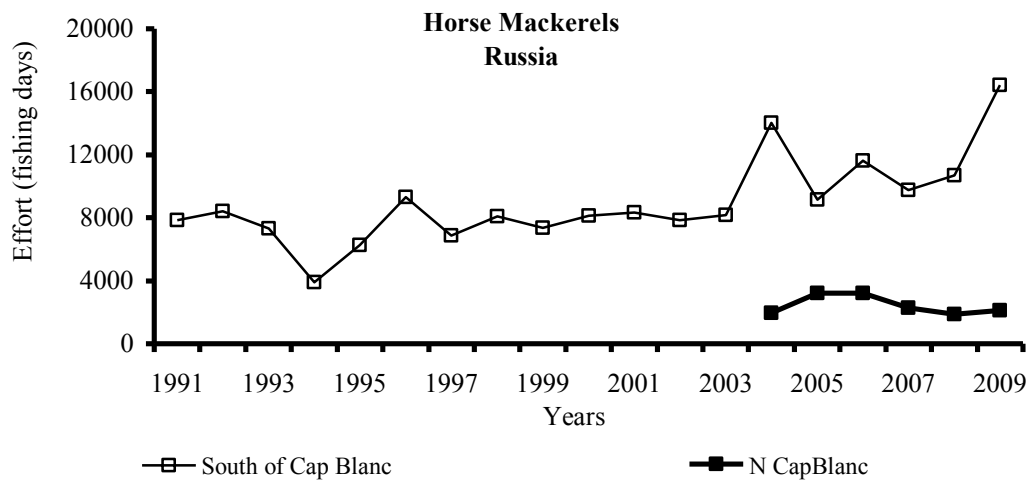


Figure 4.2.2: Effort (fishing days) of the Russian fleet in Mauritania and north of Cap Blanc (1990–2009)/
Effort (jours de pêche) de la flottille russe en Mauritanie et au nord du Cap Blanc (1990-2009)

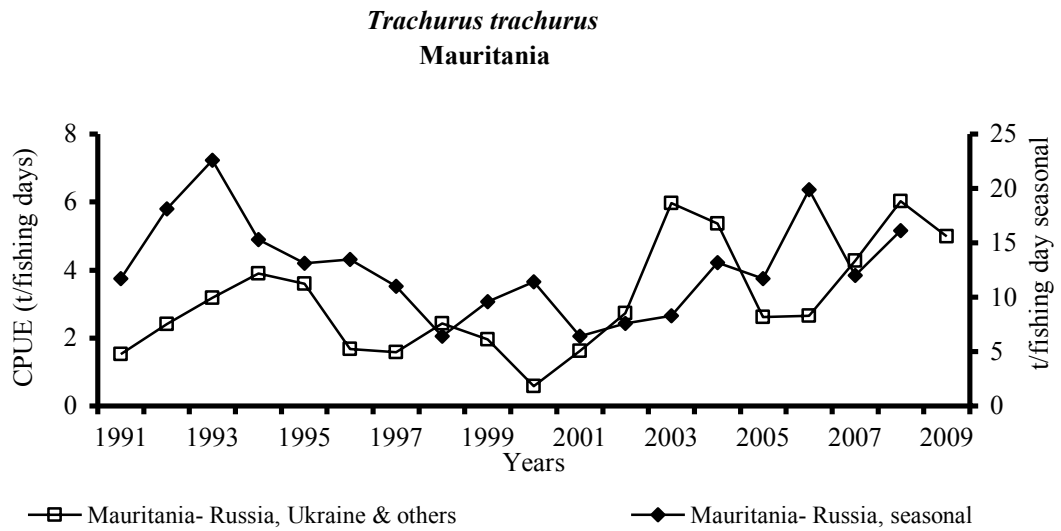


Figure 4.3.1a: CPUE (tonnes/Russian fishing days) of *Trachurus trachurus*, Mauritania (1990–2009)/
CPUE (tonnes/jours de pêche Russie standardisés) de *Trachurus trachurus*,
Mauritanie (1990-2009)

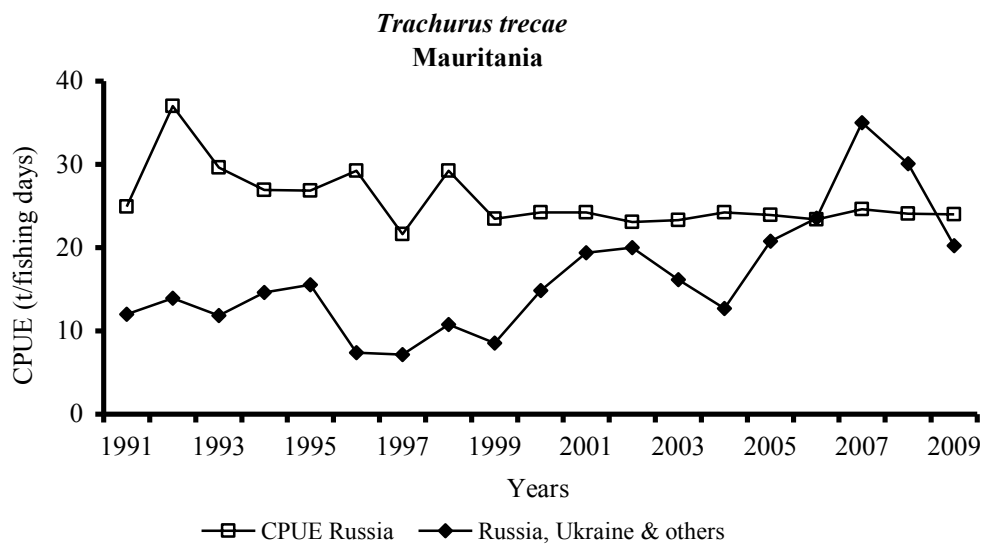


Figure 4.3.1b: CPUE of *Trachurus trecae*, in Mauritania (1990–2009) by Russian fleet/
CPUE de *Trachurus trecae*, en Mauritanie (1990-2009) de la flottille russe

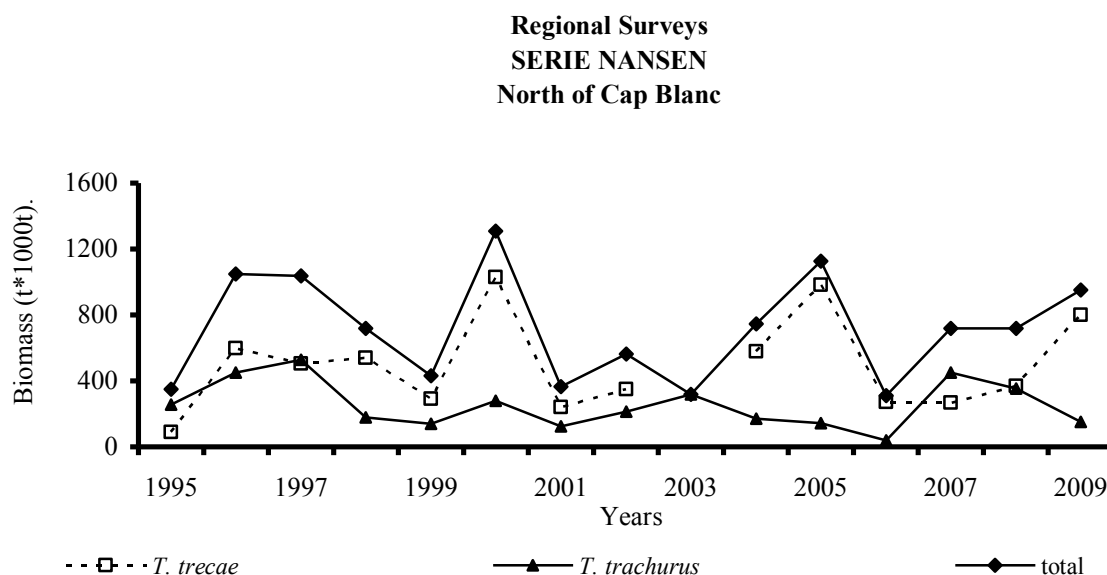


Figure 4.3.2a: Biomass estimates of *Trachurus trachurus* and *T. trecae* (1995–2006) for the zone north of Cap Blanc, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN (Nov.–Dec.) and R/V AL AMIR (2007–2009) corrected/
Estimations de la biomasse de *Trachurus trachurus* et *T. trecae* (1995-2006) pour la zone au nord du Cap Blanc, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN (nov.-déc.) et N/R AL AMIR (2007-2009) corrigée

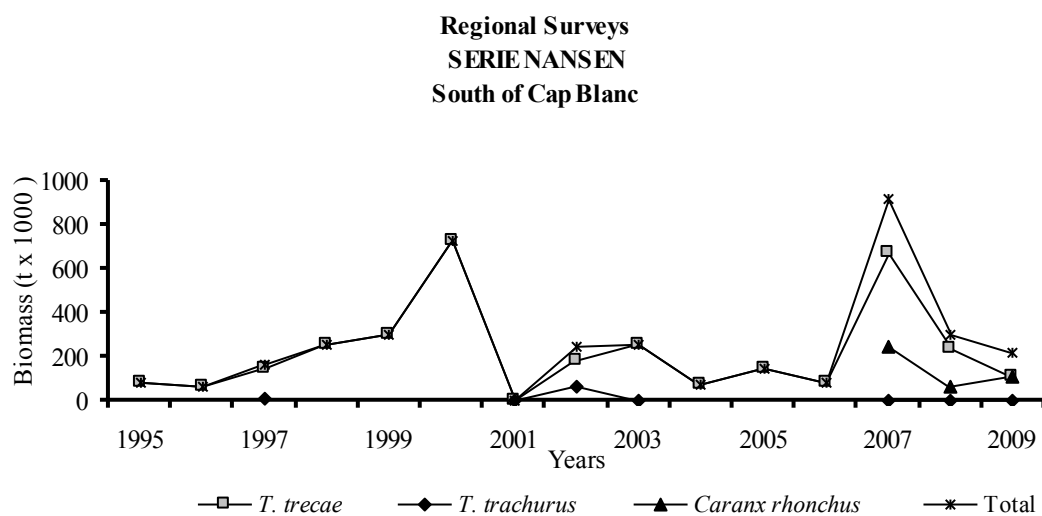


Figure 4.3.2b: Biomass estimates of *Carangidae* (1995–2006) for Mauritania, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN (Nov.–Dec.) and R/V AL AWAM (2007–2009)/
Estimations de la biomasse de *Trachurus trachurus* et *T. trecae* (1995-2006) en Mauritanie, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN (nov.-déc.) et N/R AL AWAM (2007-2009) corrigée

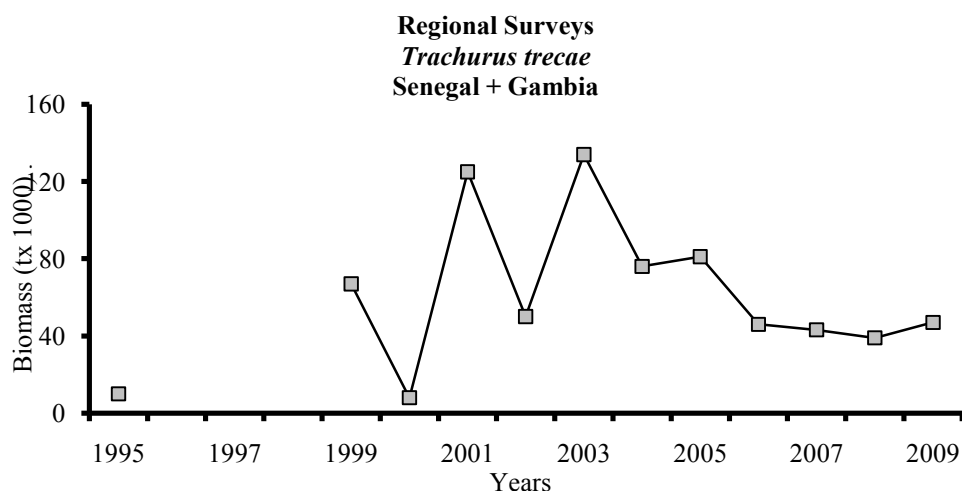


Figure 4.3.2c: Biomass estimates of *Trachurus trecae* (1995–2006) for Senegal and Gambia, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN (Nov.–Dec.) and R/V ITAF DEME 2007–2009. *No survey in Senegal–Gambia/
Estimations de la biomasse de *Trachurus trecae* (1995-2006) au Sénégal et en Gambie, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN (nov.-déc.) et N/R ITAF DEME 2007-2009. *Pas de campagne au Sénégal et en Gambie

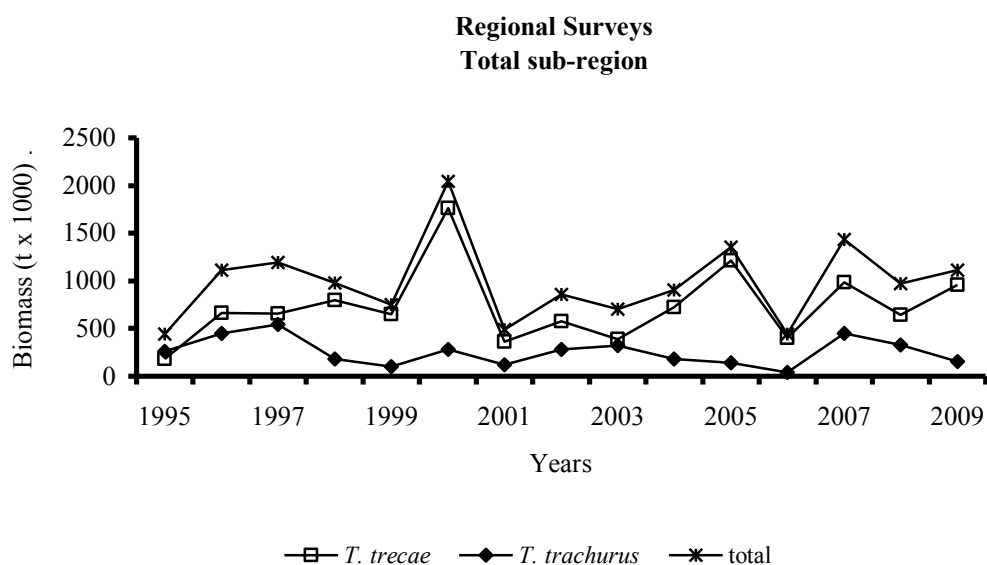


Figure 4.3.2d: Biomass estimates of *Trachurus trecae* and *T. trachurus* (1995–2006) for total subregion by R/V DR. FRIDTJOF NANSEN (Nov.–Dec.) and national R/Vs for 2007–2008 corrected and 2009 estimates by the other R/Vs/
Estimations de la biomasse de *Trachurus trachurus* et *T. trecae* (1995-2006) pour toute la sous-région, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN (nov.-déc.) et navires de recherche nationaux 2007-2008 corrigée et 2009 estimation à partir des autres N/R

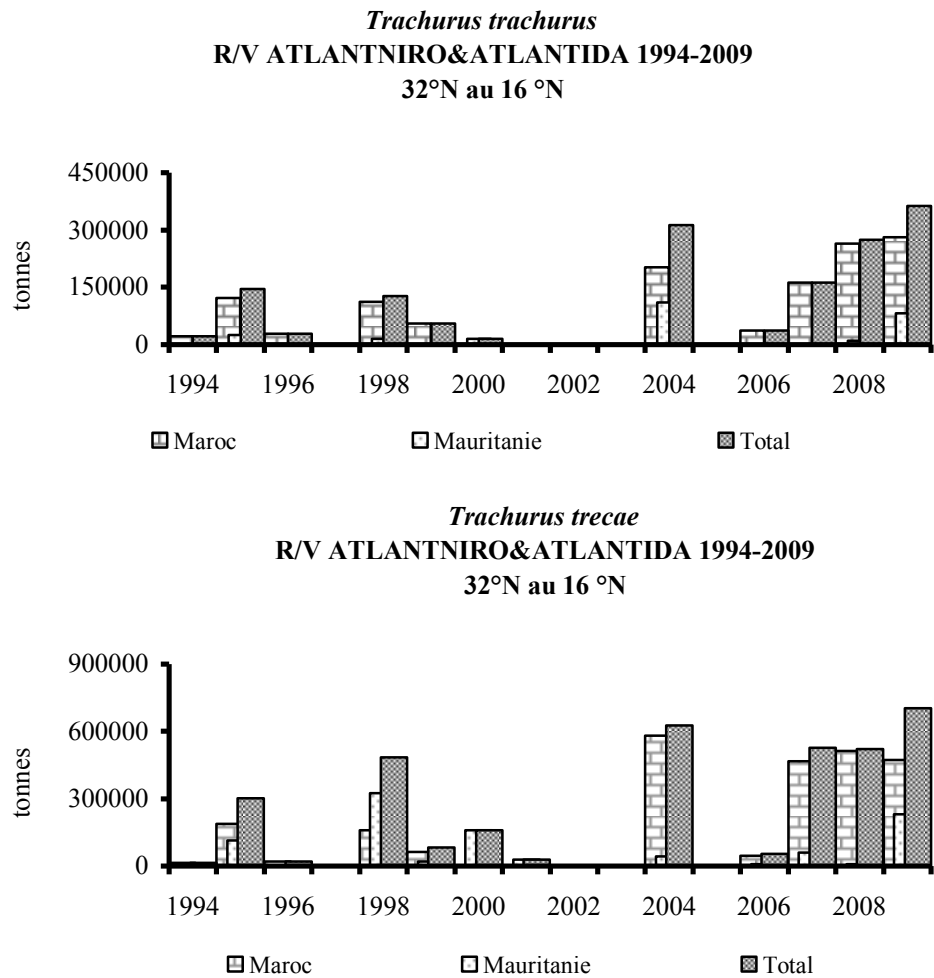


Figure 4.3.2e: Biomass estimates of carangids (1994–2009) by R/V ATLANTNIRO and ATLANTIDA from 32°N to 16°N/
 Estimations de la biomasse des chinchards (1994-2009) de 32°N à 16°N,
 N/R ATLANTNIRO et ATLANTIDA

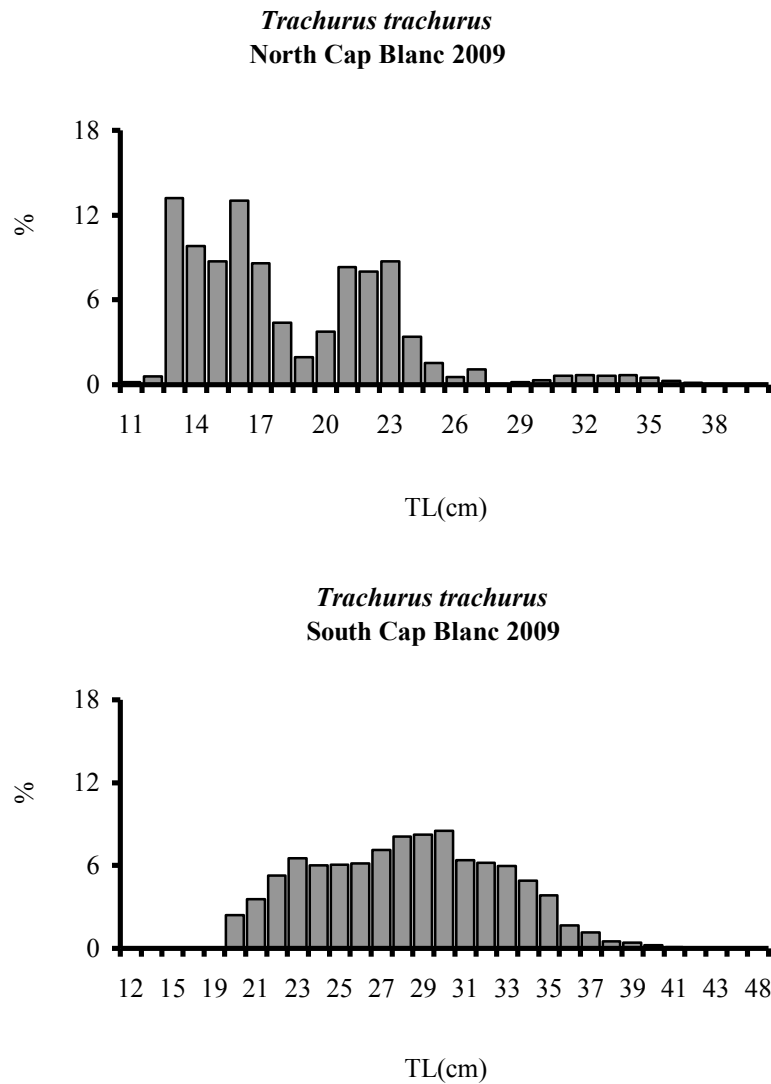


Figure 4.5.1a: Catch length distribution in percentage of *Trachurus trachurus* from Russian fleet in Zone C in 2009/
Composition en taille des captures de *Trachurus trachurus* de la flottille russe en pourcentage en 2009 dans la zone C

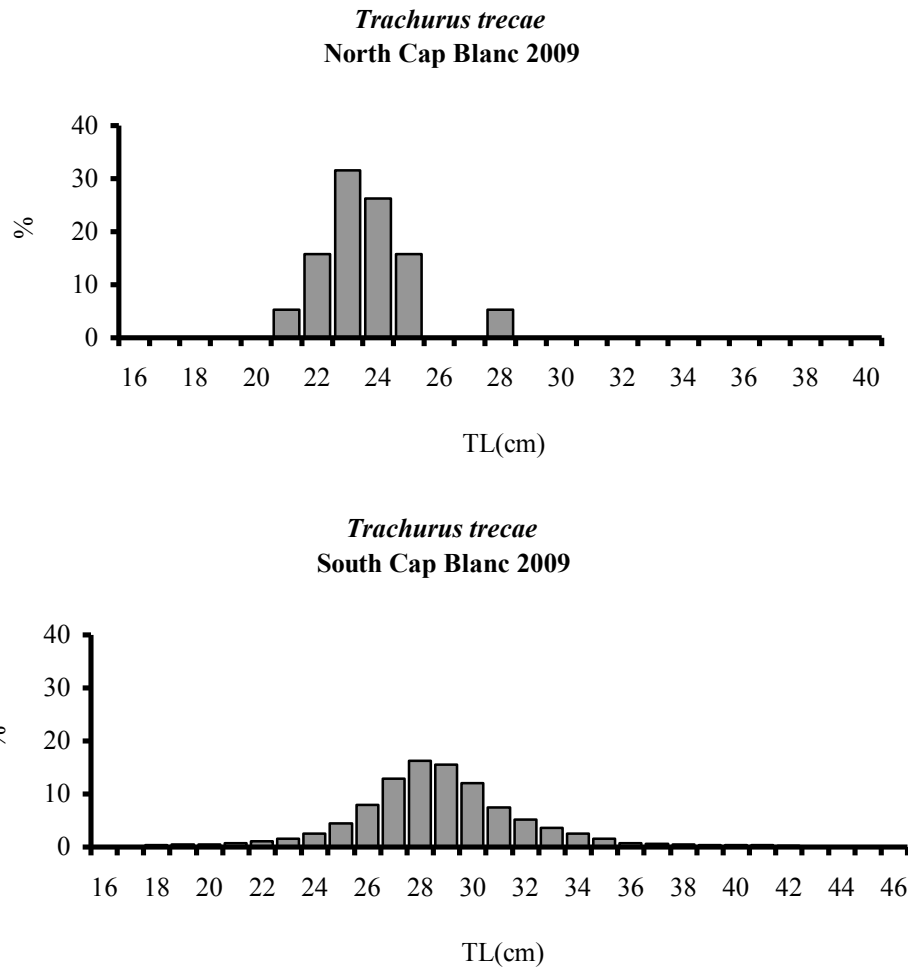


Figure 4.5.1b: Length distribution of catches in percentage of *Trachurus trecae* from Russian fleet in Zone C in 2009/
Composition par tailles des captures de *Trachurus trecae* de la flottille russe en pourcentage en 2009 dans la zone C

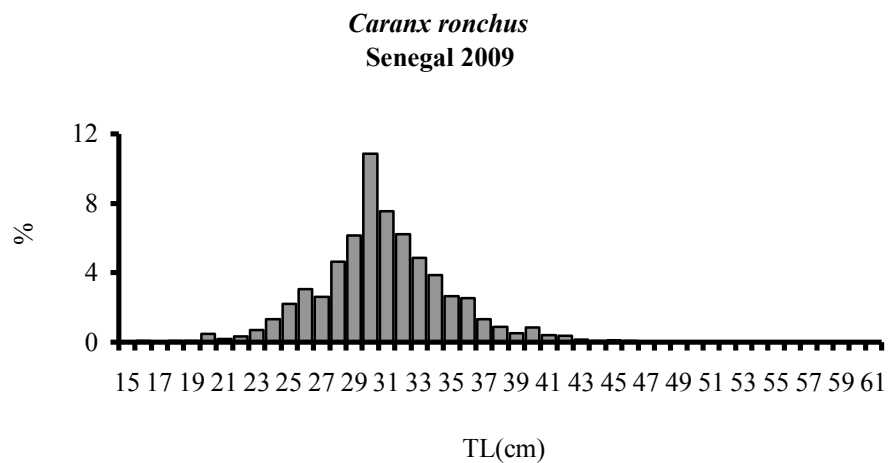


Figure 4.5.1c: Length composition of *Caranx rhonchus* of artisanal landings of Senegalese fleet in 2009/
Composition par tailles des captures artisanales de *Caranx rhonchus* de la flottille sénégalaise en 2009

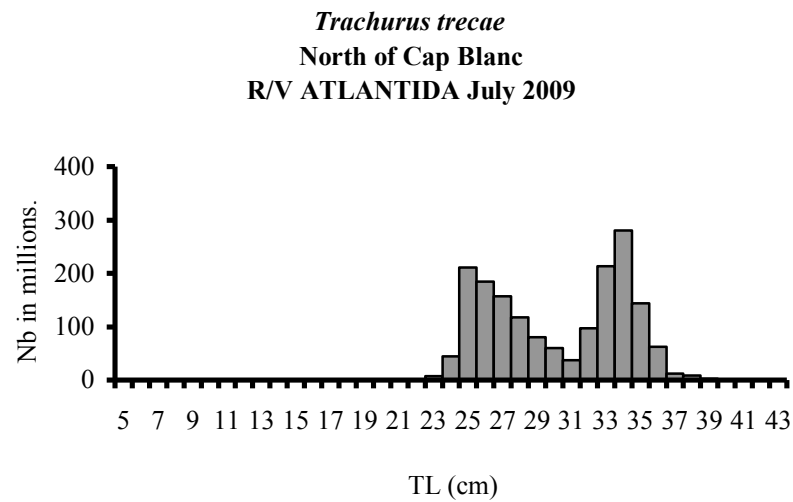
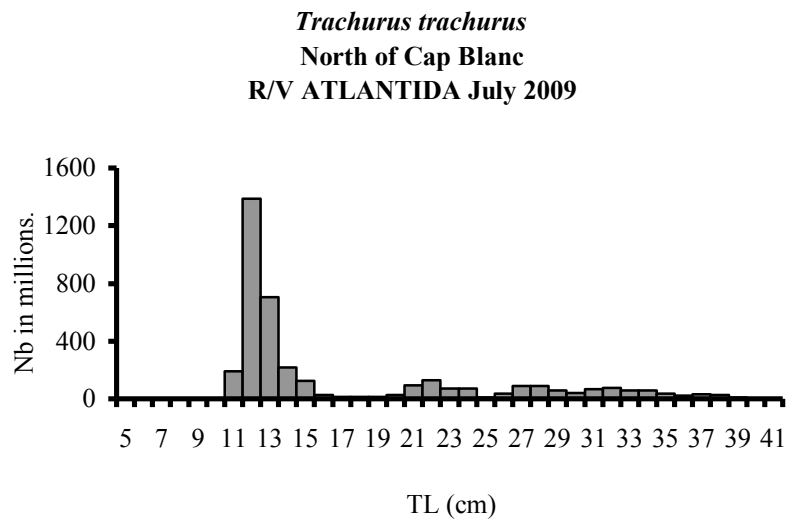


Figure 4.5.1d: Length composition (in millions of individuals) for *Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae* in July 2009 by R/V ATLANTIDA/
 Composition par tailles (en millions) de *Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae* en juillet 2009 – N/R ATLANTIDA

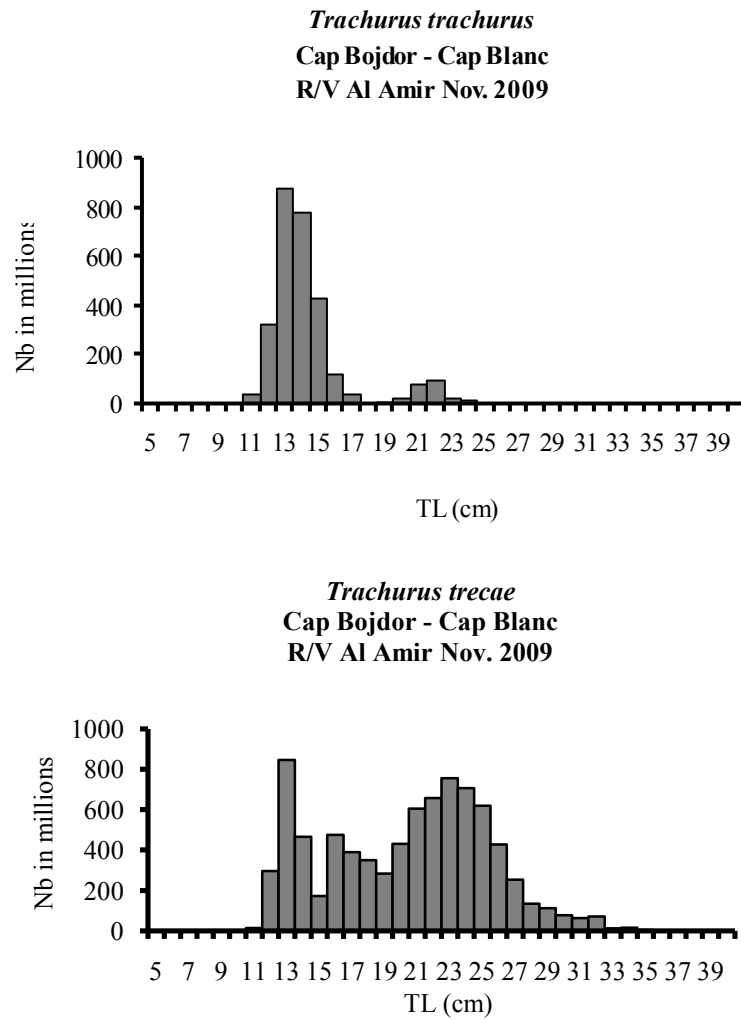
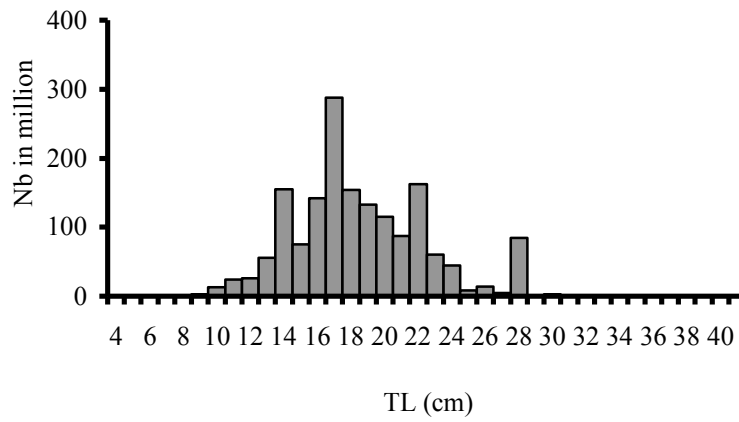


Figure 4.5.1e: Length composition (in millions of individuals) for *Trachurus trachurus*. and *T. trecae* (November 2009), R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH/
 Composition par tailles (en millions) de *Trachurus trachurus* et *T. trecae* (novembre 2009), N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

Trachurus trachae
Saint Louis - Cap Blanc
R/V AL AWAM Nov. 2009



Caranx rhonchus
Saint Louis - Cap Blanc
R/V AL AWAM Nov. 2009

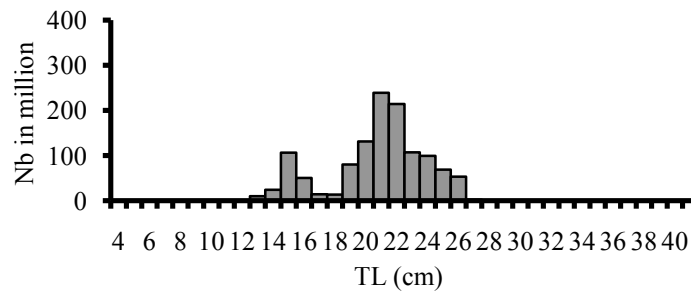


Figure 4.5.1f: Length composition (in millions of individuals) for *Trachurus trecae* and *Caranx rhonchus* (November 2009), R/V AL AWAM/ Composition par tailles (en millions) de *Trachurus trecae* et *Caranx rhonchus* (novembre 2009), N/R AL AWAM

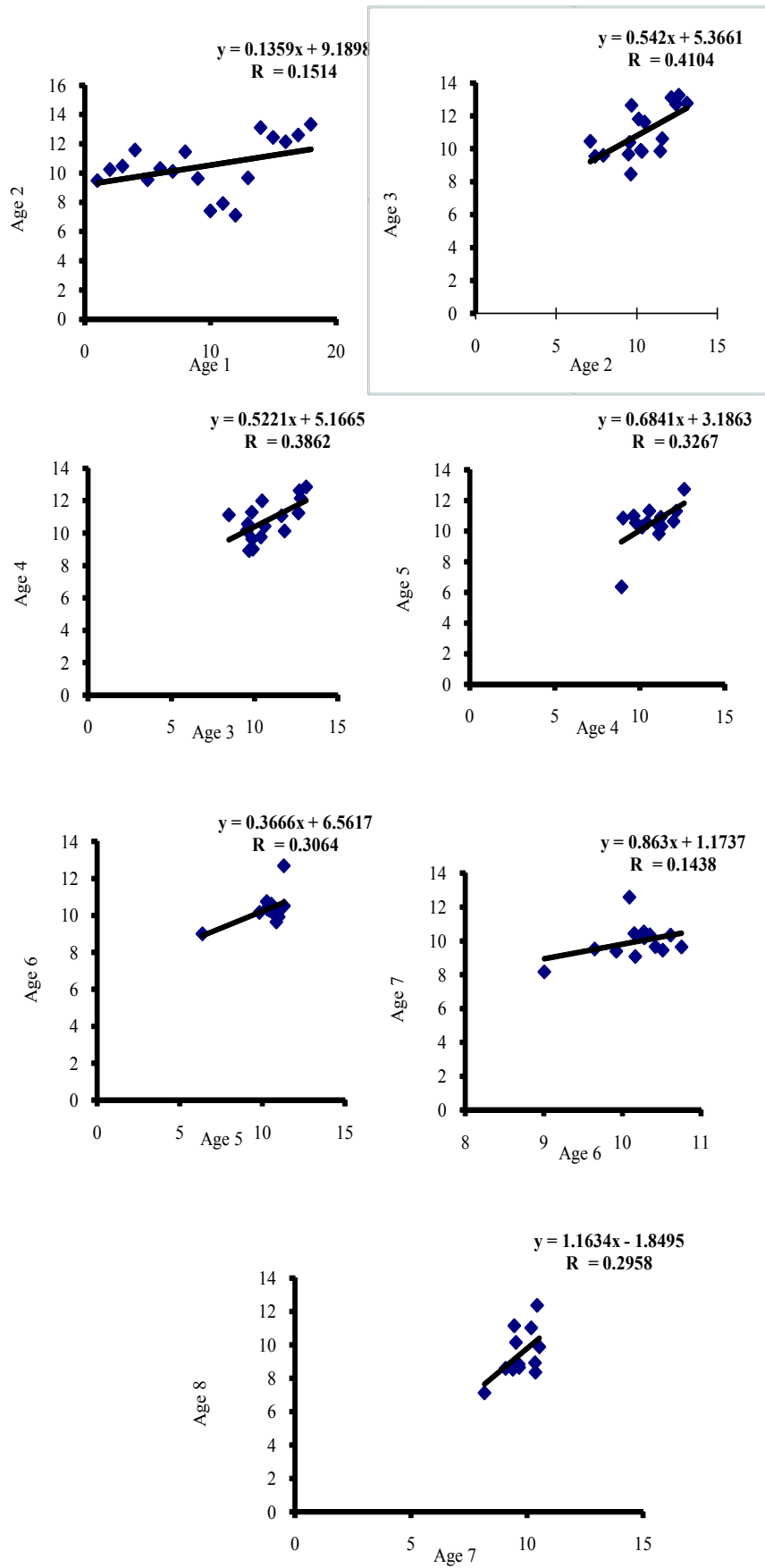


Figure 4.6.1: Exploratory analyses of the age data for *Trachurus trachurus* in 2009
Analyses exploratoires des données d'âge de *Trachurus trachurus* in 2009

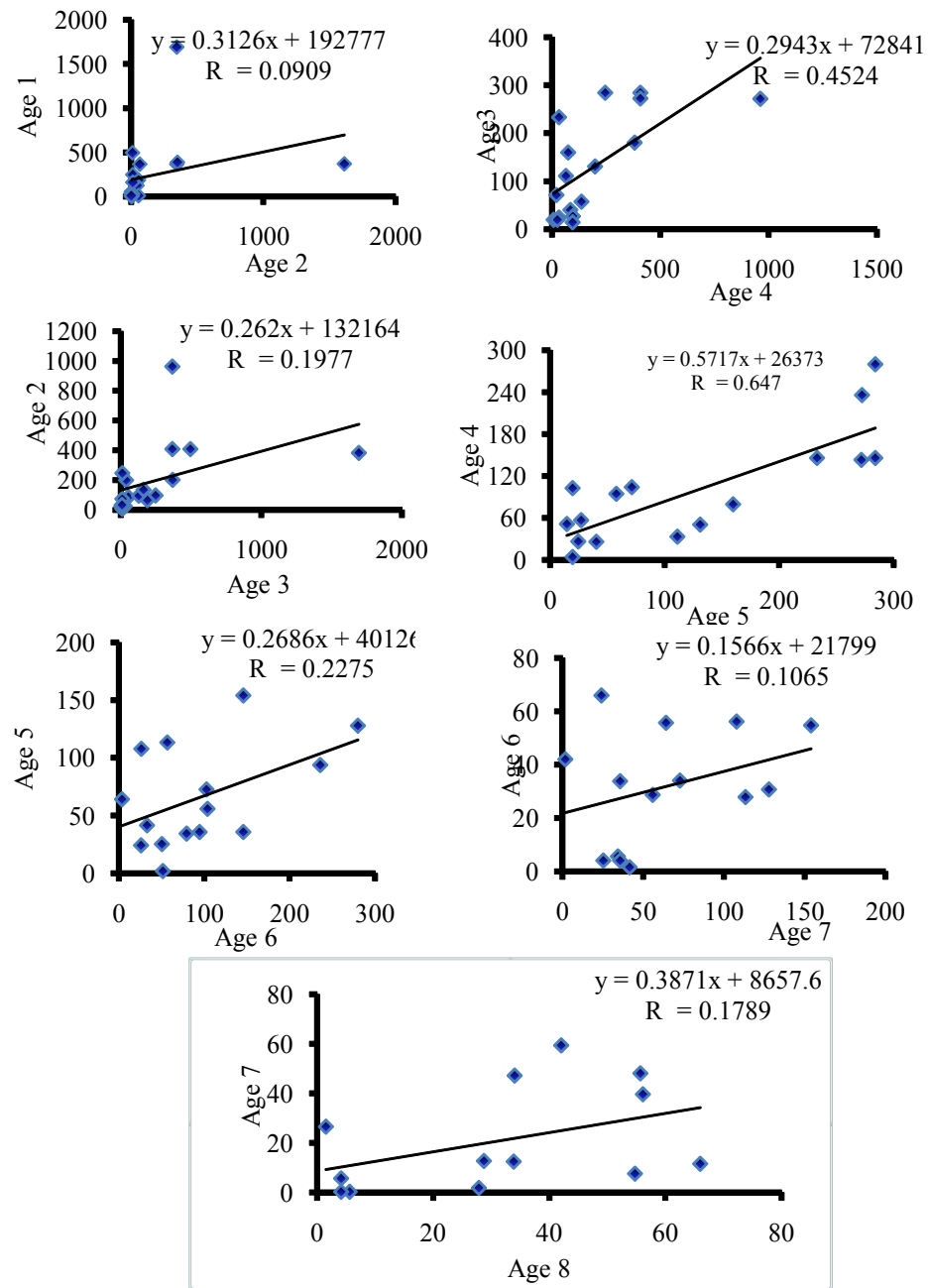


Figure 4.6.2: Exploratory analyses of the age data for *Trachurus trecae*
Analyses exploratoires des données d'âge de *Trachurus trecae*

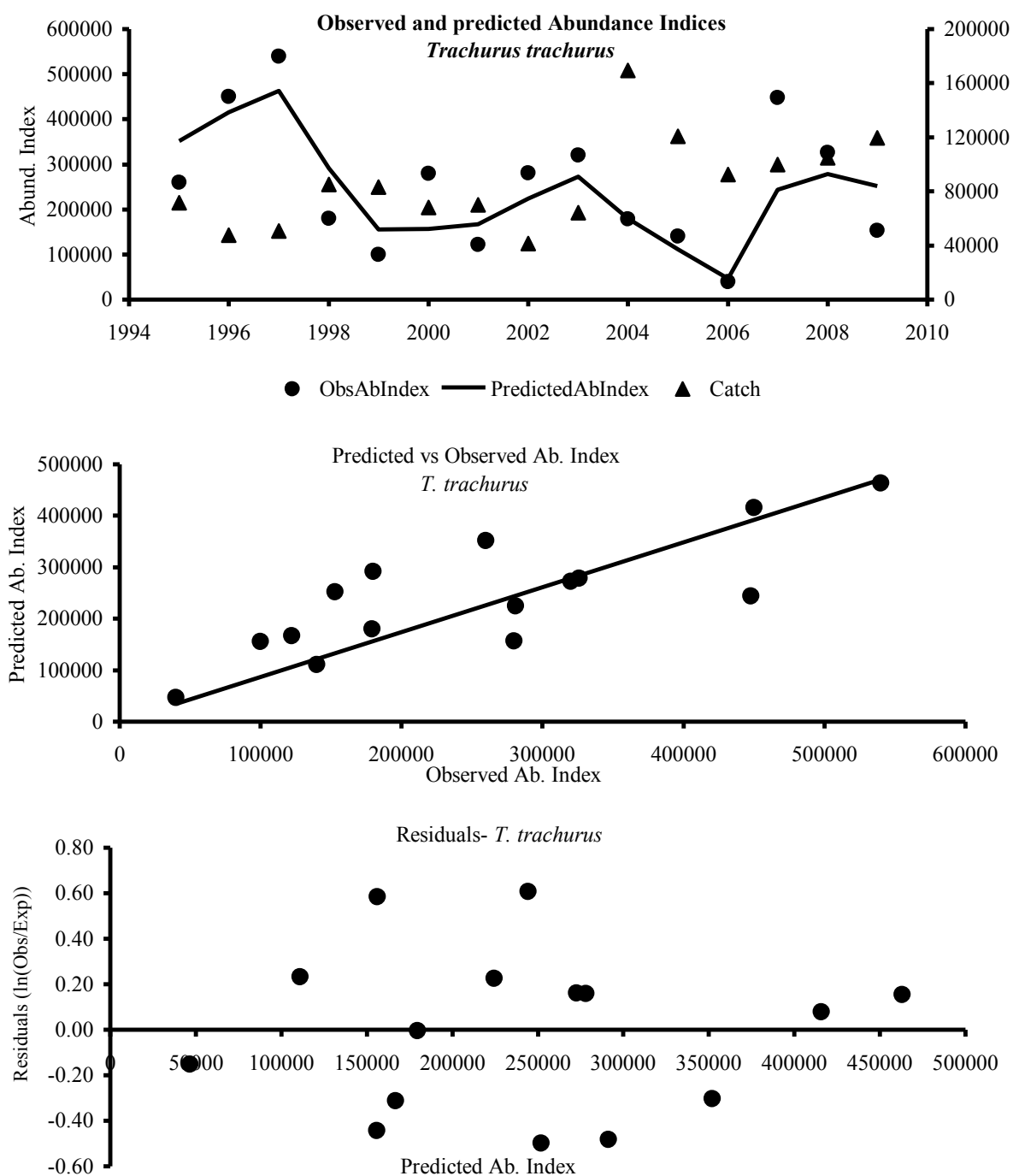


Figure 4.6.3: Observed and predicted abundance indices for *T. Trachurus* using biomass estimates from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and coordinated national surveys and diagnostics of the model fit/
Indices d'abondance observés et prévus pour *T. Trachurus* en utilisant les estimations de biomasse du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN, les campagnes de recherche nationales coordonnées et les diagnostics du modèle

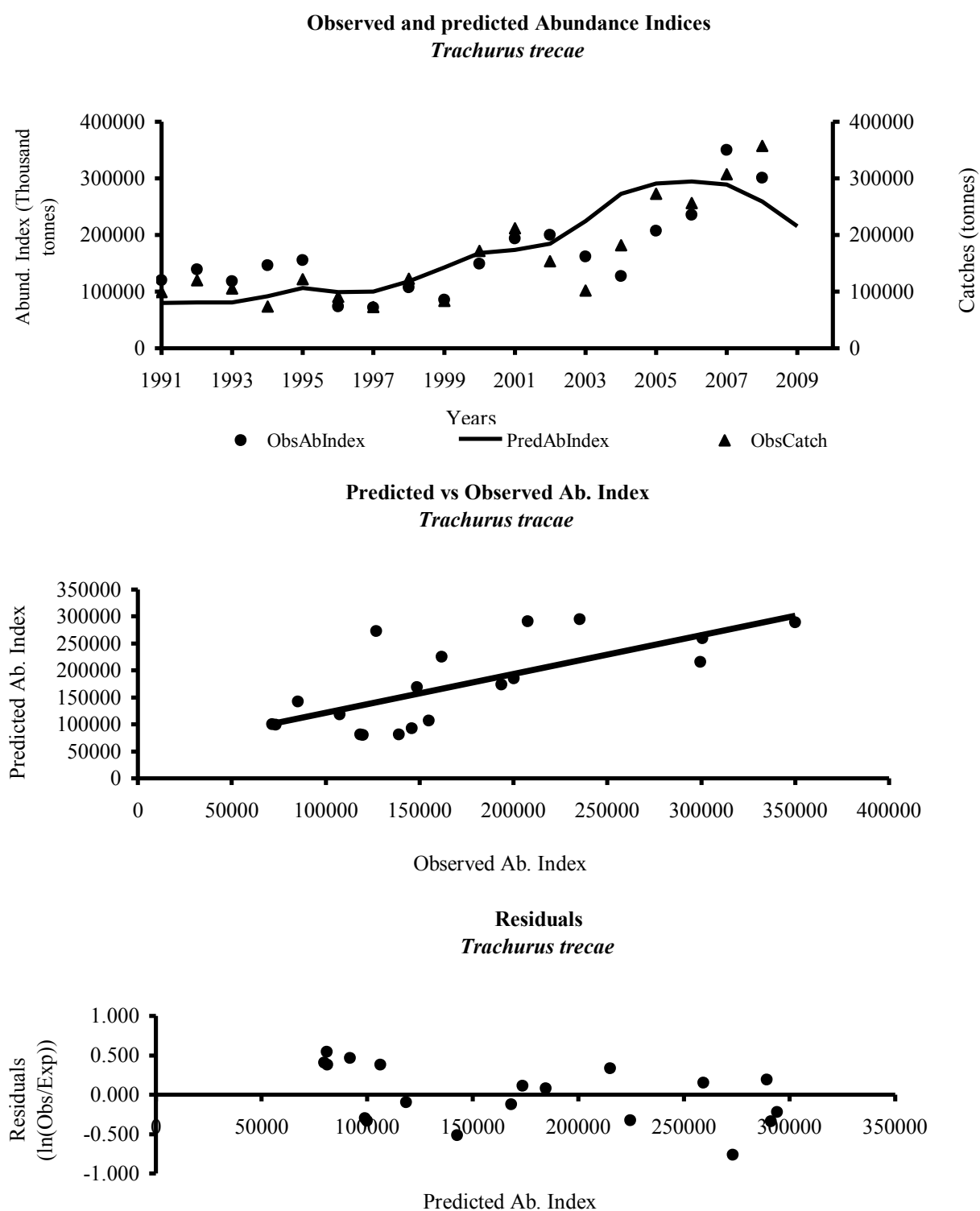


Figure 4.6.4a: Observed and predicted abundance indices for *T. trecae* using biomass estimates from NANSEN series and diagnostics of the model fit/
 Indices d'abondance observés et prévus pour *T. trecae* en utilisant les estimations de biomasse de la série NANSEN et les diagnostics du modèle

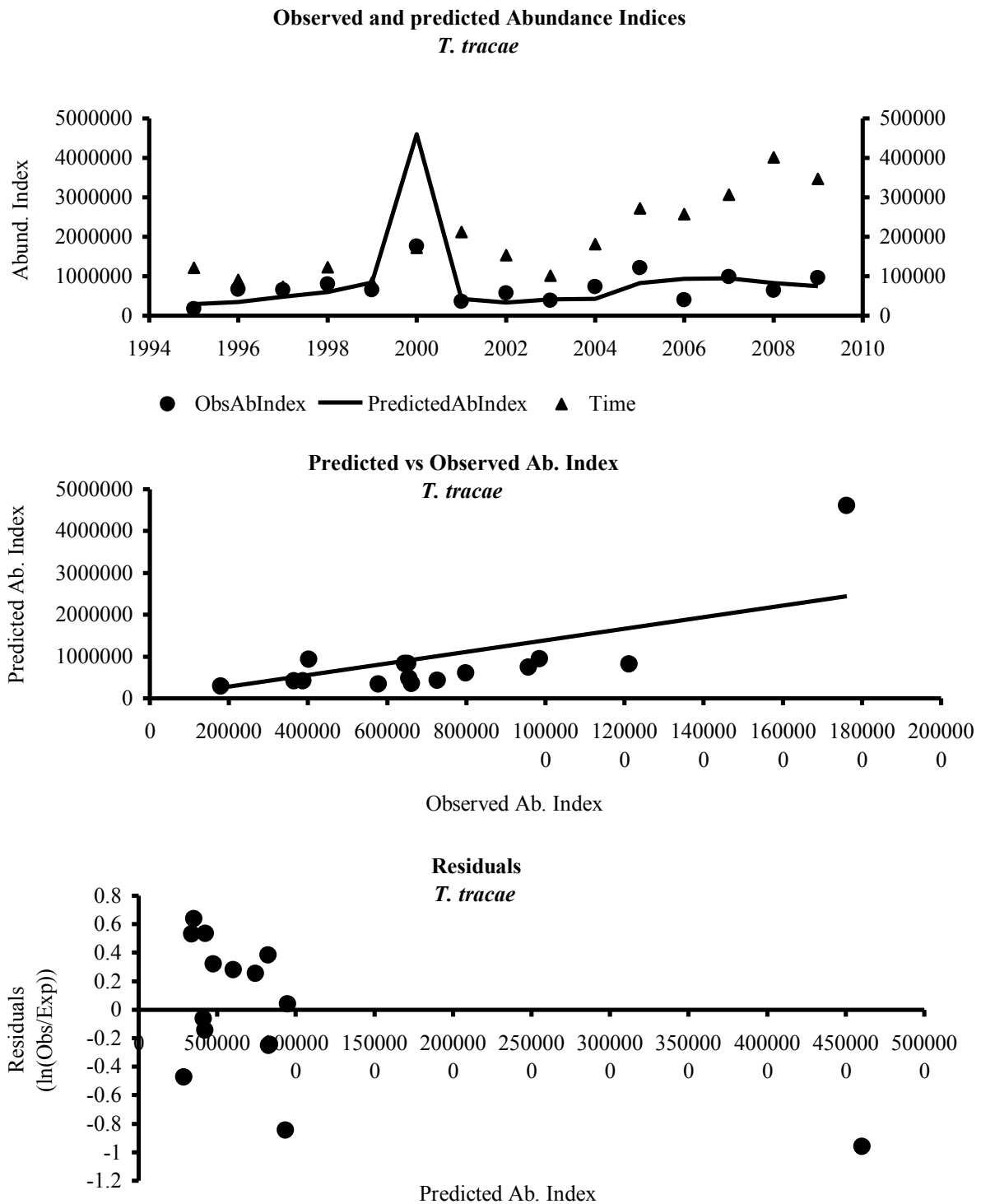


Figure 4.6.4b: Observed and predicted abundance indices for *T. trecae* using biomass estimates from Russian CPUE series and diagnostics of the model fit/
 Indices d'abondance observés et prévus pour *T. trecae* en utilisant les estimations de biomasse de la série russe et les diagnostics du modèle

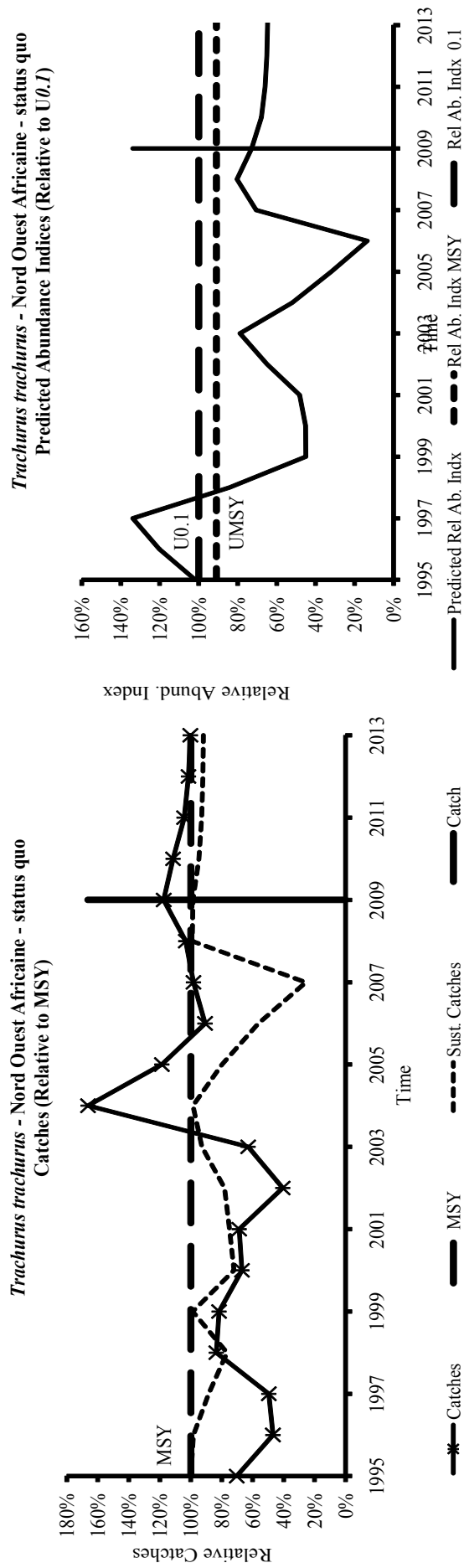


Figure 4.7.1a: Projected trends in catches and abundance of *T. trachurus* – Scenario I (status quo)/
Prédiction des tendances dans les captures et de l'abondance pour *T. trachurus* – Scénario I (status quo)

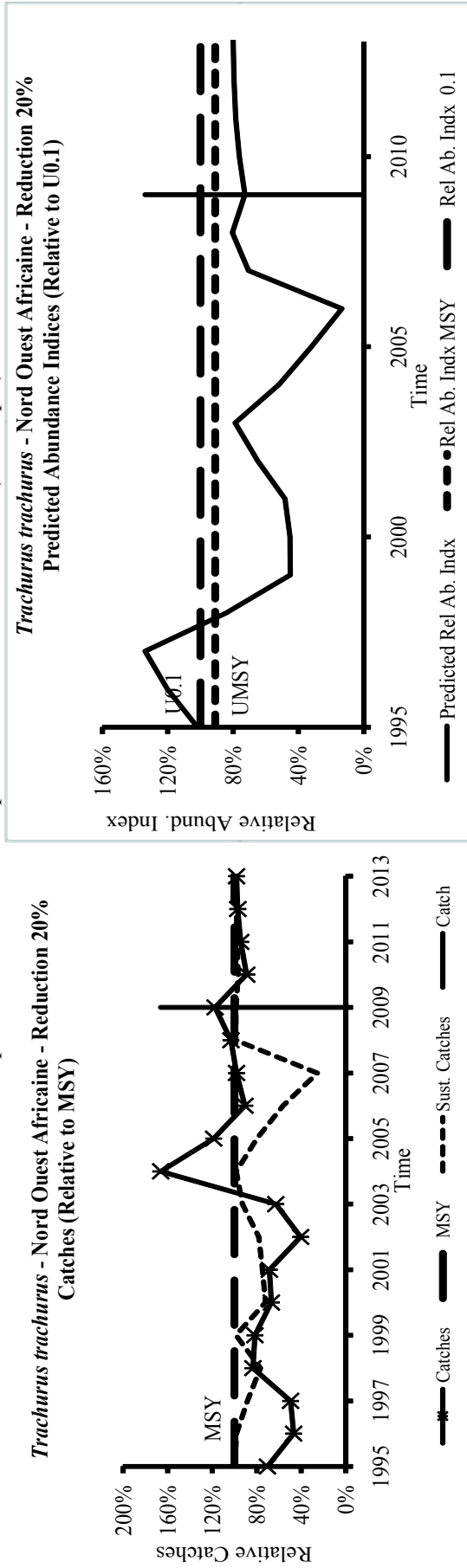
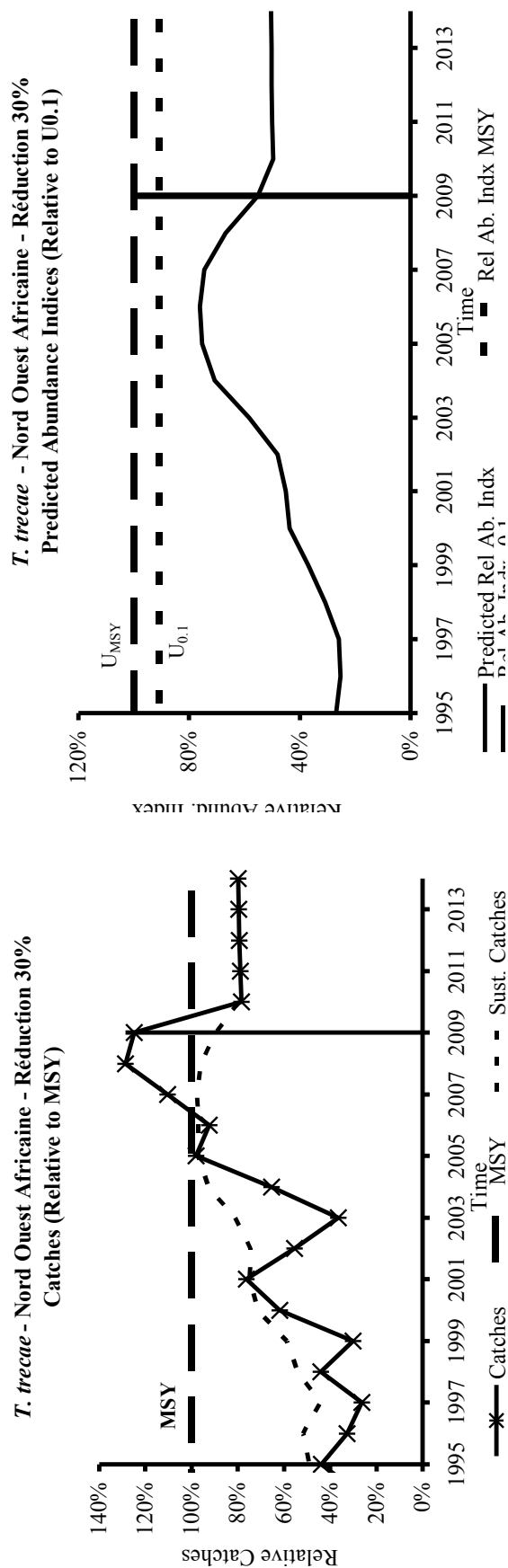
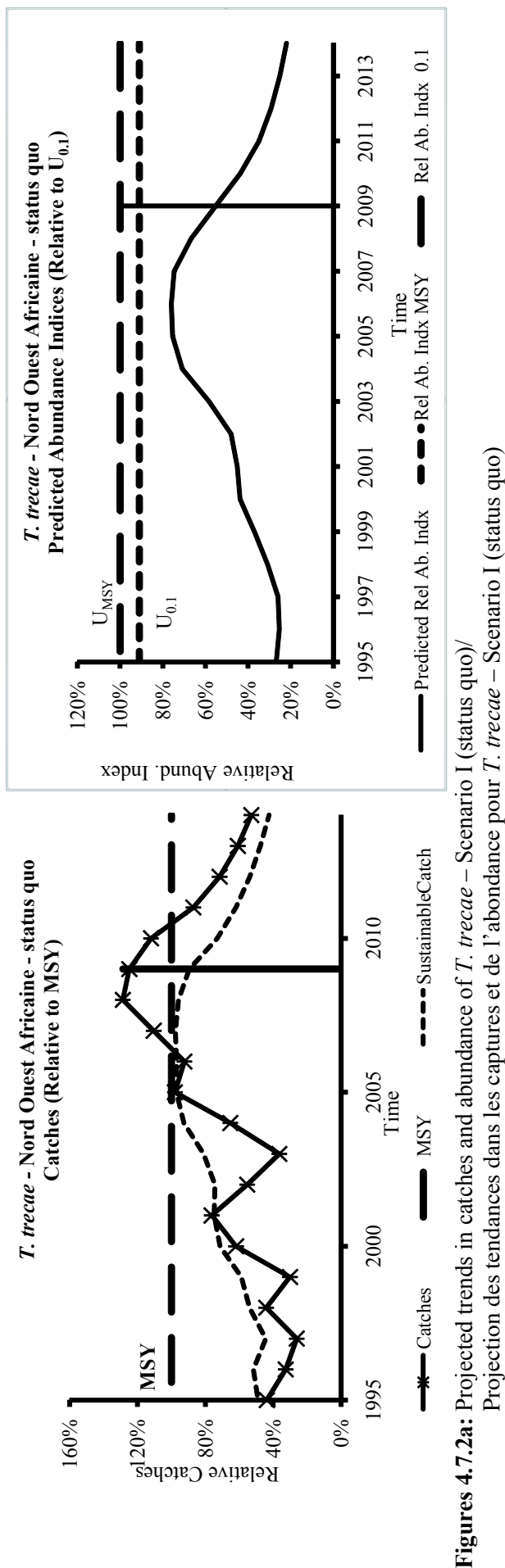


Figure 4.7.1b: Projected trends in catches and abundance of *T. trachurus* – Scenario II (20 percent decrease in effort)/
Projection des tendances dans les captures et de l'abondance pour *T. trachurus* – Scénario II (diminution de 20 pourcent de l'effort)



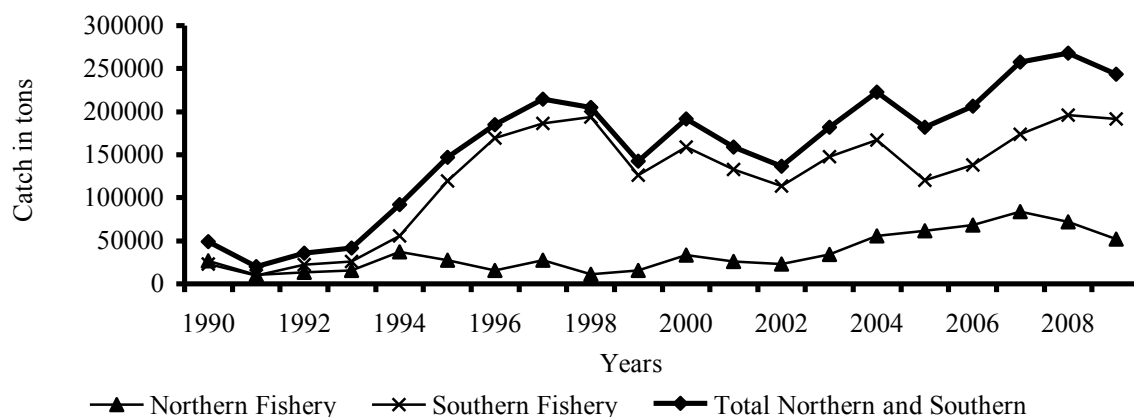
Scomber japonicus

Figure 5.2.1: Total catches (tonnes) of *Scomber japonicus* in the subregion by fishery and year (1990–2009)/ Captures totales (en tonnes) de *Scomber japonicus* dans la sous-région par pêcherie et par année (1990-2009)

Stock North and South
Scomber japonicus

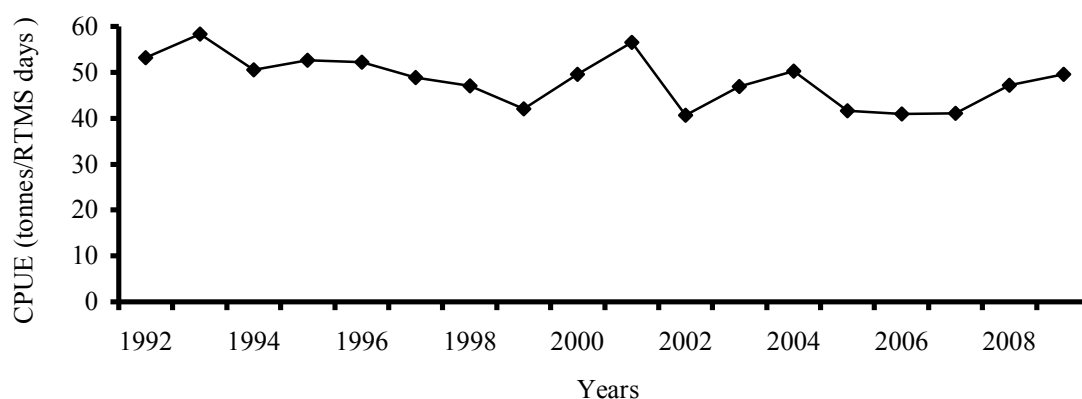


Figure 5.3.1: Standardized CPUE from Russian fleets of *Scomber japonicus*, (tonnes/RTMS day)/ CPUE standardisées de la flottille russe de *Scomber japonicus* (tonnes/jours RTMS)

Regional Surveys (Nov.-Dec.)
Scomber japonicus

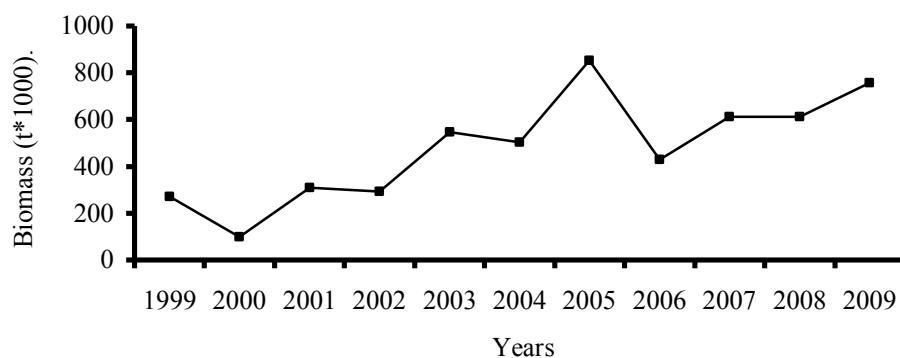


Figure 5.3.2a: Biomass estimates of *Scomber japonicus* by the regional surveys/ Estimations de la biomasse du *Scomber japonicus* à partir des campagnes de recherche régionales

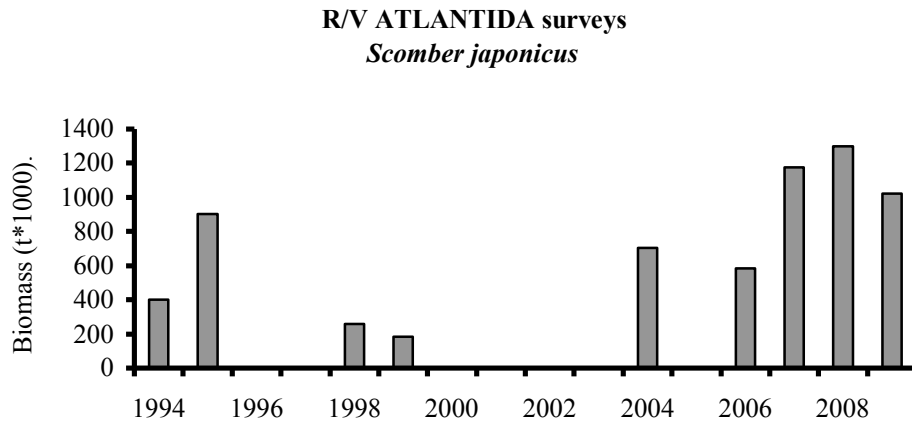


Figure 5.3.2b: Biomass estimates of *Scomber japonicus* from the R/V ATLANTIDA surveys/
Estimations de la biomasse du *Scomber japonicus* à partir des campagnes du
N/R ATLANTIDA

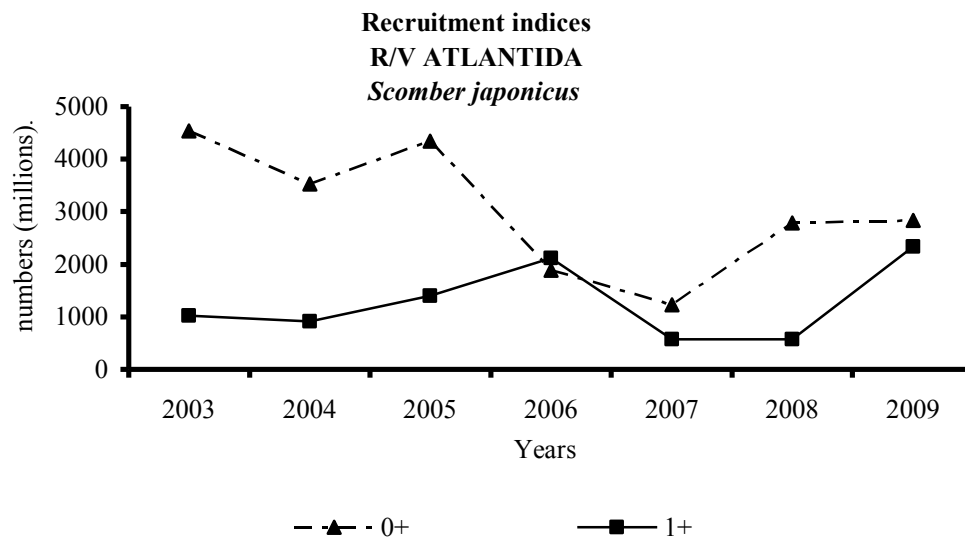


Figure 5.3.2c: Recruitment indices of *Scomber japonicus* from the R/V ATLANTIDA surveys
(November–January)/
Estimations des indices de recrutement du *Scomber japonicus* à partir des
campagnes de recrutement du N/R ATLANTIDA (novembre-janvier)

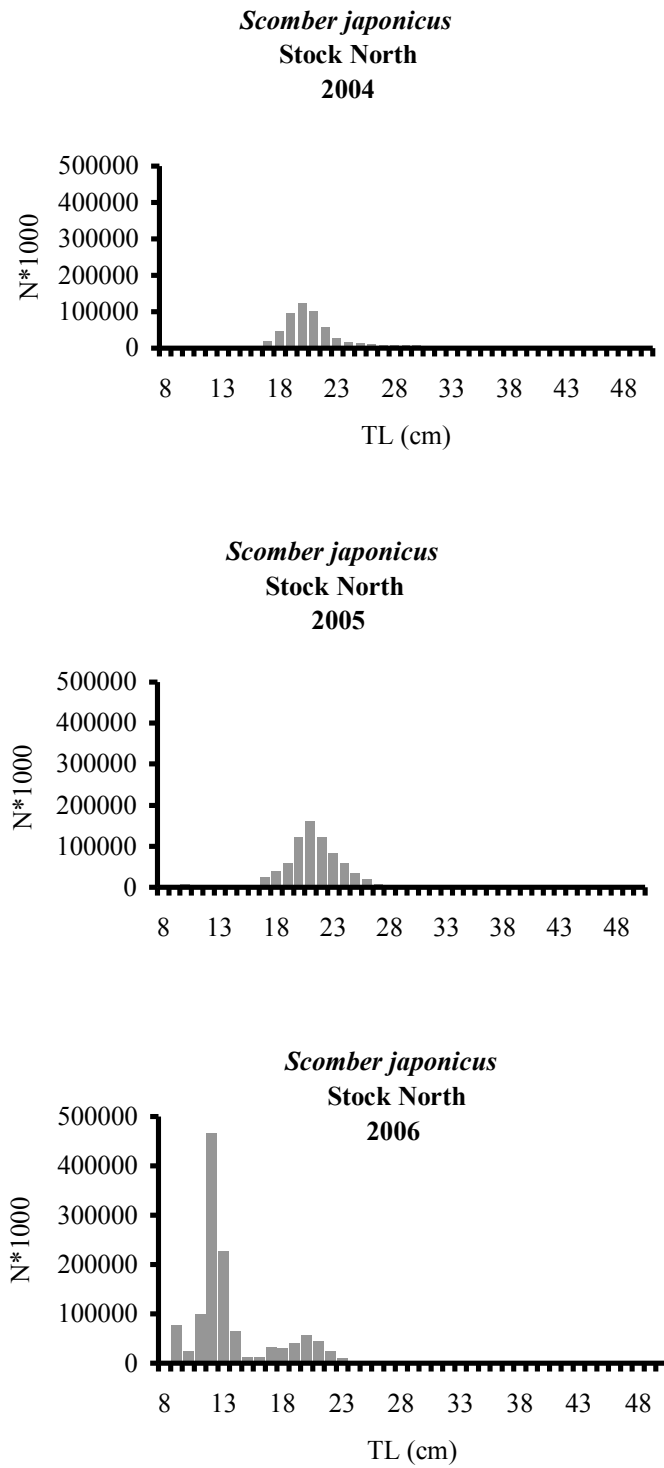


Figure 5.5.1a: Length composition of landings of *Scomber japonicus* in the northern stock/
Composition des tailles dans les débarquements de *Scomber japonicus* dans le stock nord

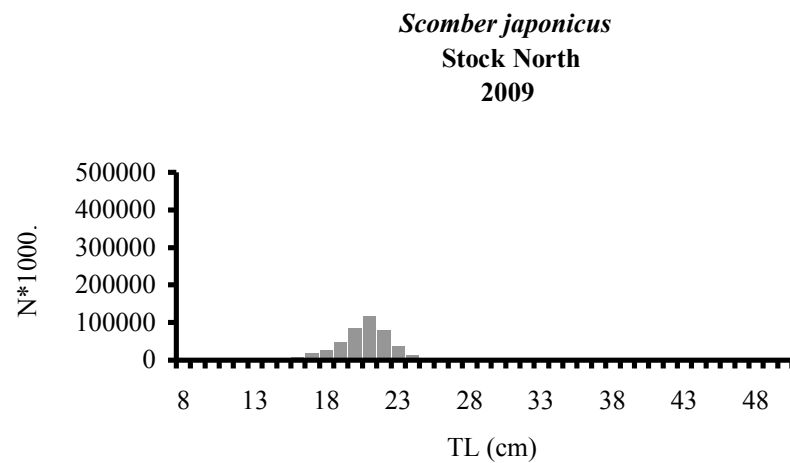
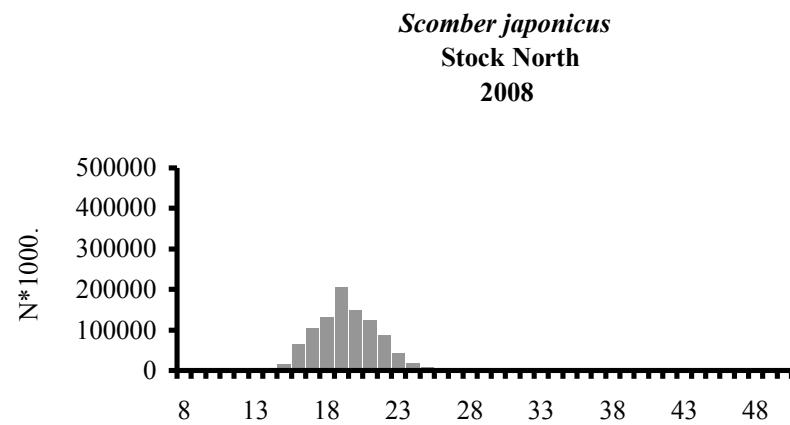
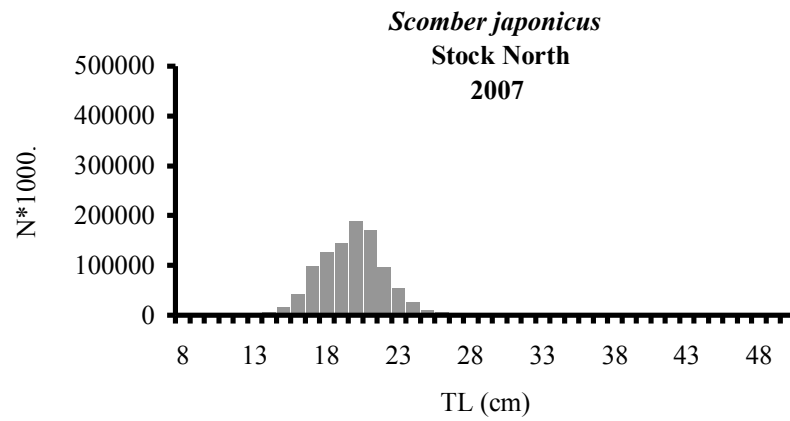


Figure 5.5.1a (cont.): Length composition of landings of *Scomber japonicus* in the northern stock/
Composition des tailles dans les débarquements de *Scomber japonicus* dans le stock nord

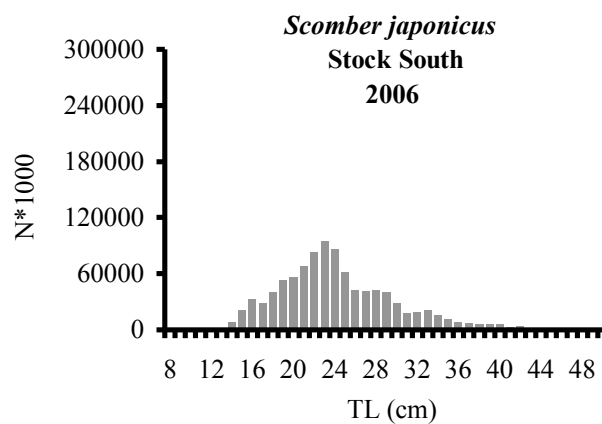
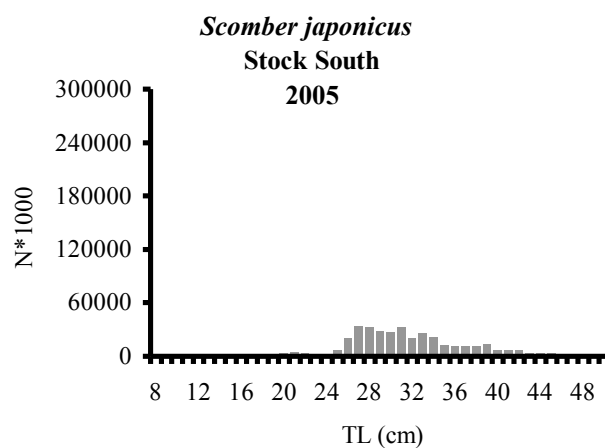
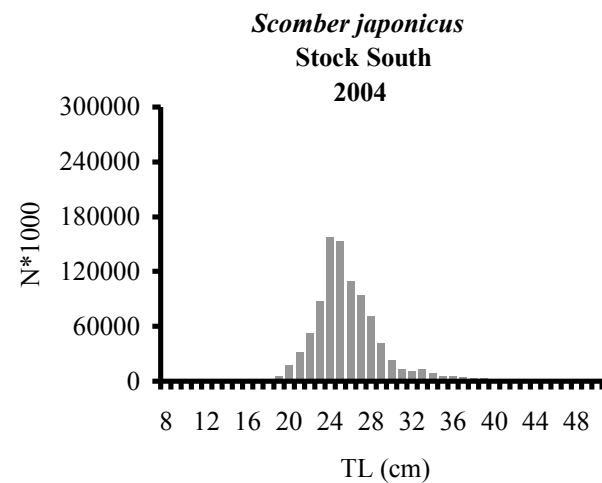


Figure 5.5.1b: Length composition of landings of *Scomber japonicus* in the southern stock/
Composition des tailles dans les débarquements de *Scomber japonicus* dans le stock sud

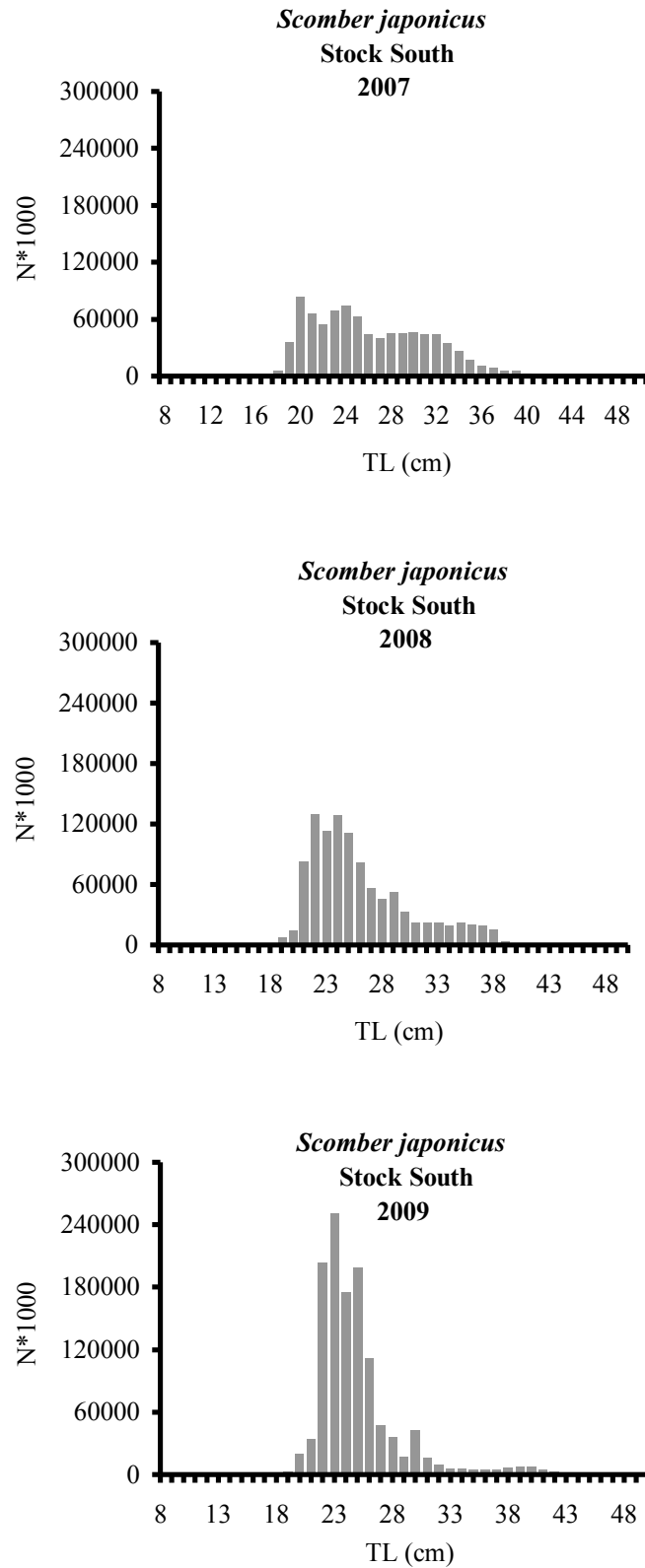


Figure 5.5.1b (cont.): Length composition of landings of *Scomber japonicus* in the southern stock/
Composition des tailles dans les débarquements de *Scomber japonicus* dans le stock sud

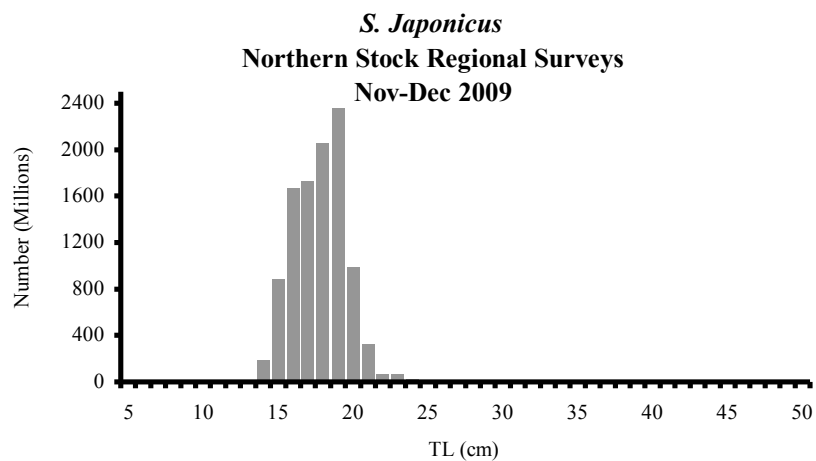


Figure 5.5.2a: Length composition of *Scomber japonicus* in the northern stock from the coordinated surveys/(in millions of fish)/
 Composition des tailles de *Scomber japonicus* dans le stock nord à partir des campagnes coordonnées (en millions de poissons)

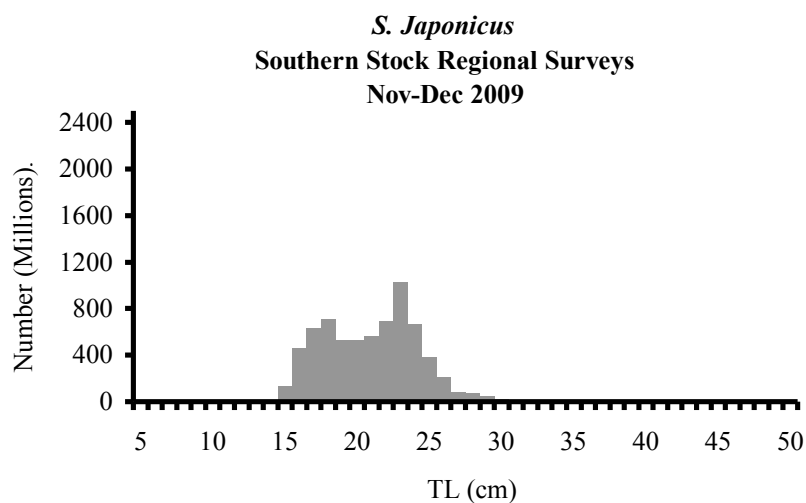


Figure 5.5.2b: Length composition of *Scomber japonicus* in the southern stock from the coordinated surveys/(in millions of fish)/
 Composition des tailles de *Scomber japonicus* dans le stock sud à partir des campagnes coordonnées (en millions de poissons)

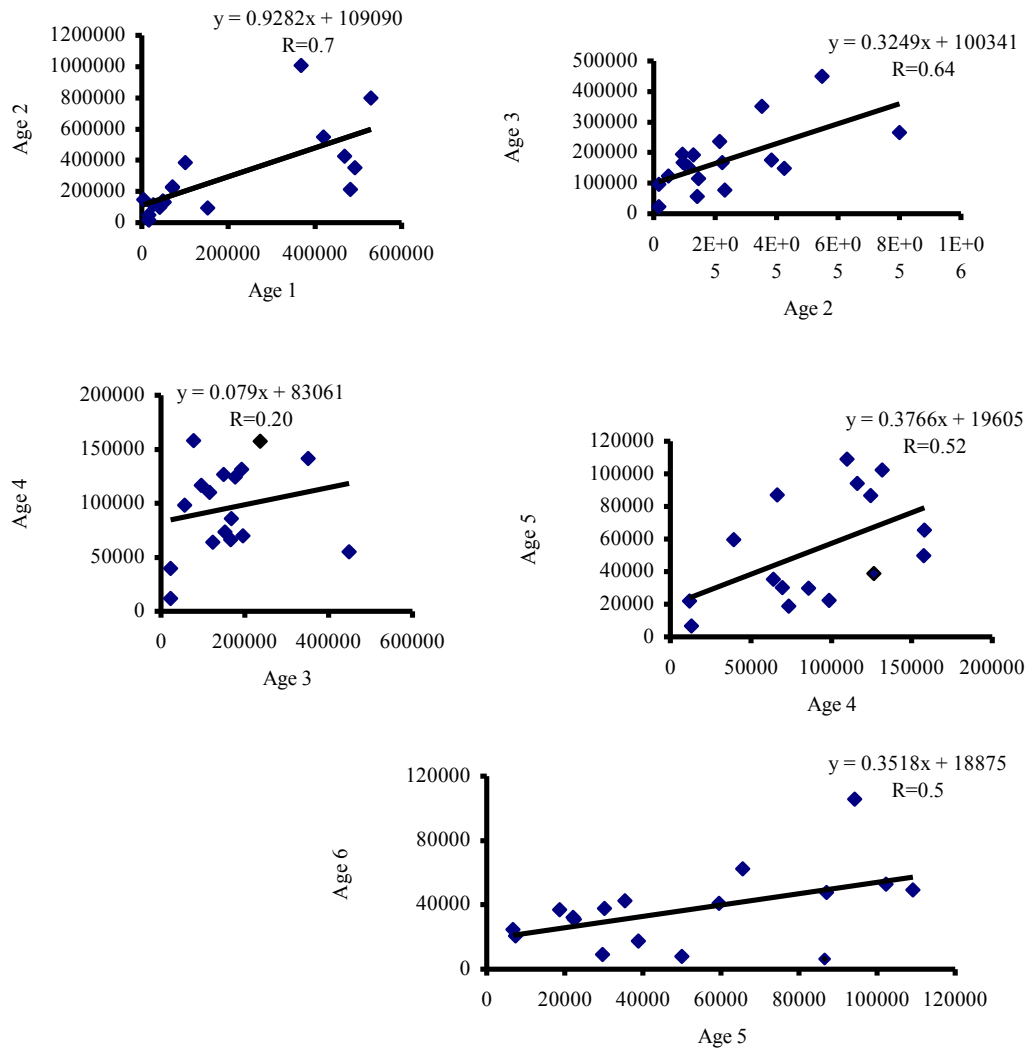


Figure 5.6.1: Exploratory analyses of the data for *Scomber japonicus* stock north + south/
Analyses exploratoires des données de *Scomber japonicus* stock nord + sud

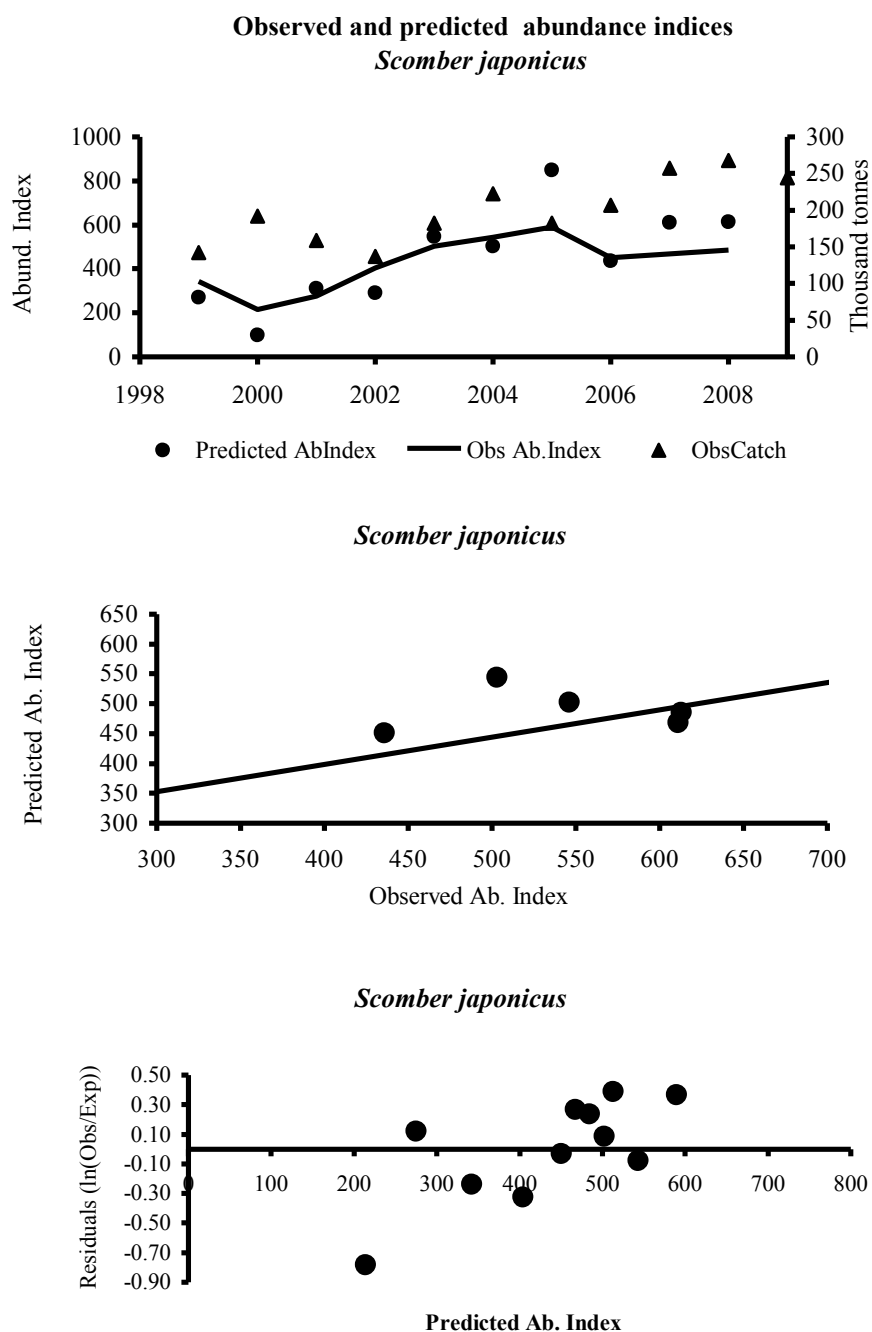


Figure 5.6.2: Observed and predicted abundance indices for *Scomber japonicus* using biomass estimates from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and coordinated national surveys and diagnostics of the model fit/
Indices d'abondance observés et prévus pour *Scomber japonicus* à partir des estimations de biomasse du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et des campagnes de recherche nationales coordonnées ainsi que des diagnostics du modèle

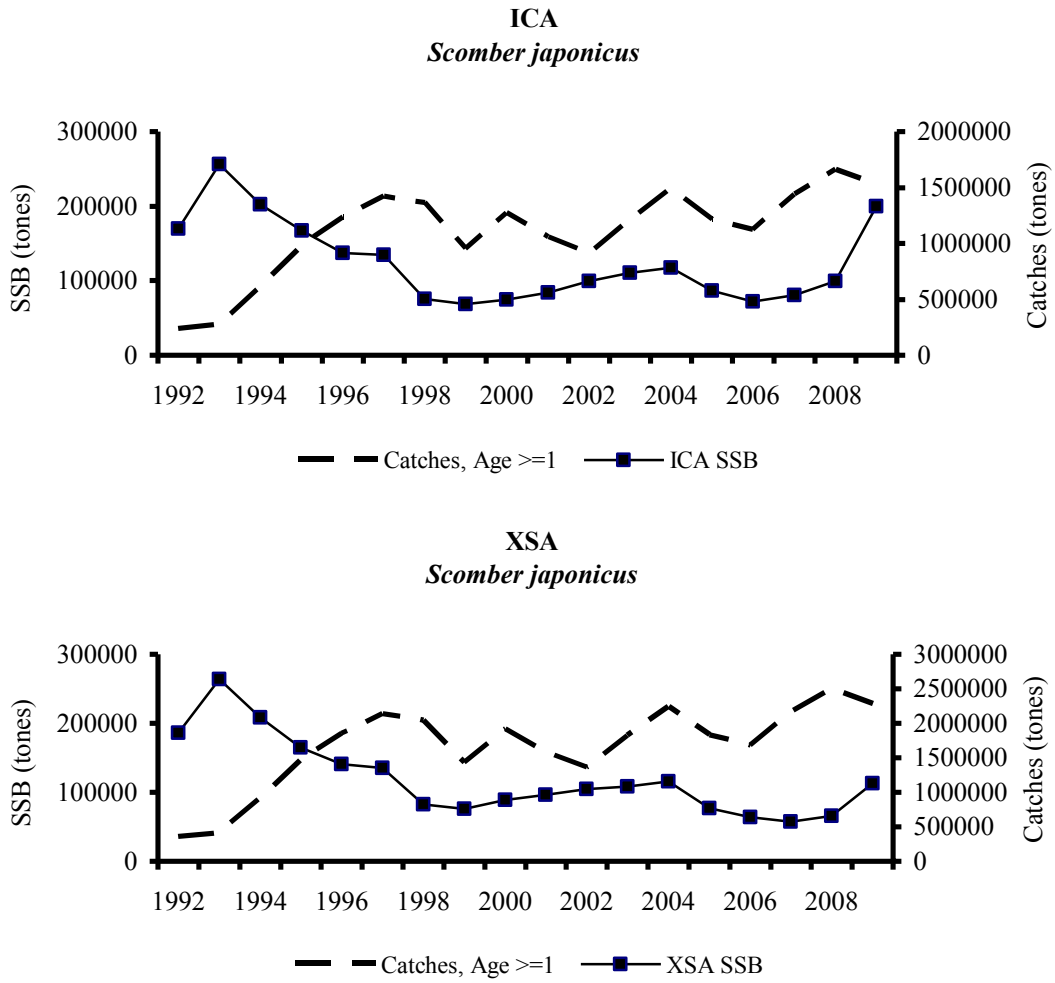


Figure 5.6.3: Observed catches and predicted biomass for *Scomber japonicus* using the models ICA and XSA/
Indices d'abondance observés et prévus pour *Scomber japonicus* en utilisant les modèles ICA et XSA

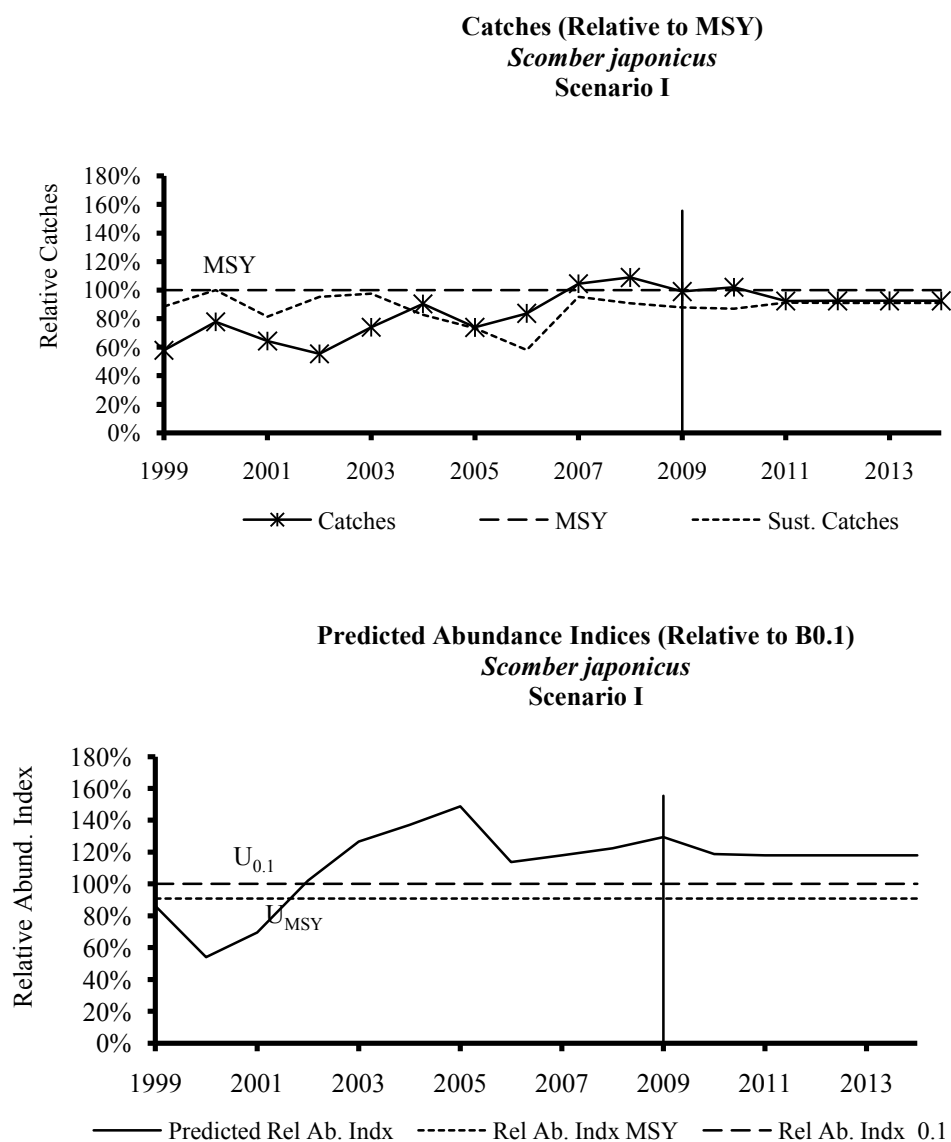


Figure 5.7.1a: Predicted catches and abundance of *Scomber japonicus* in stock north and south – Scenario I (status quo)/
Prédictions des captures et de l'abondance de *Scomber japonicus* dans le stock nord et sud – Scénario I (status quo)

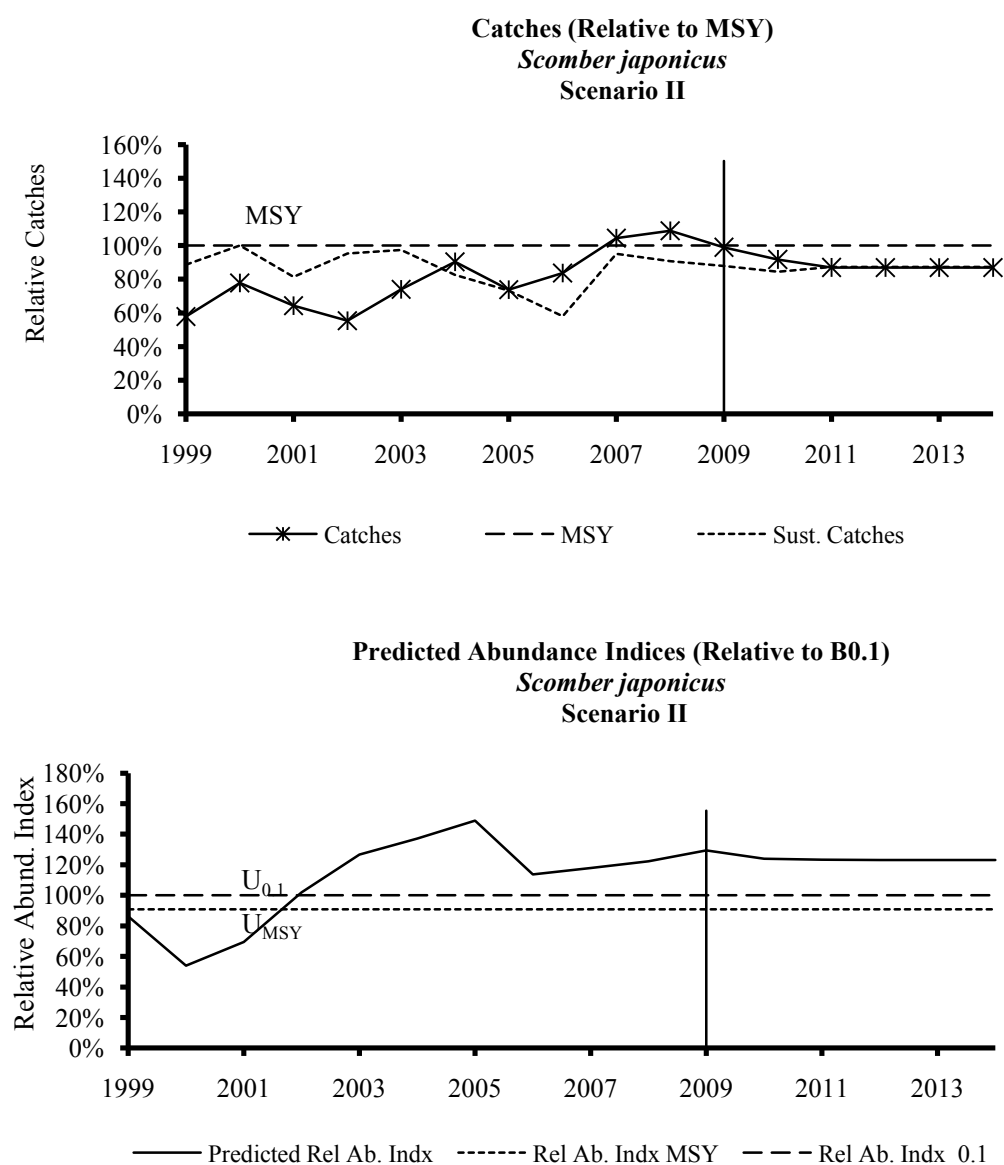


Figure 5.7.1b: Predicted catches and abundance of *Scomber japonicus* in stock north and south – Scenario II (10 percent reduction)/
Prédictions des captures et de l’abondance de *Scomber japonicus* dans le stock nord et sud – Scénario II (10 pour cent de réduction)

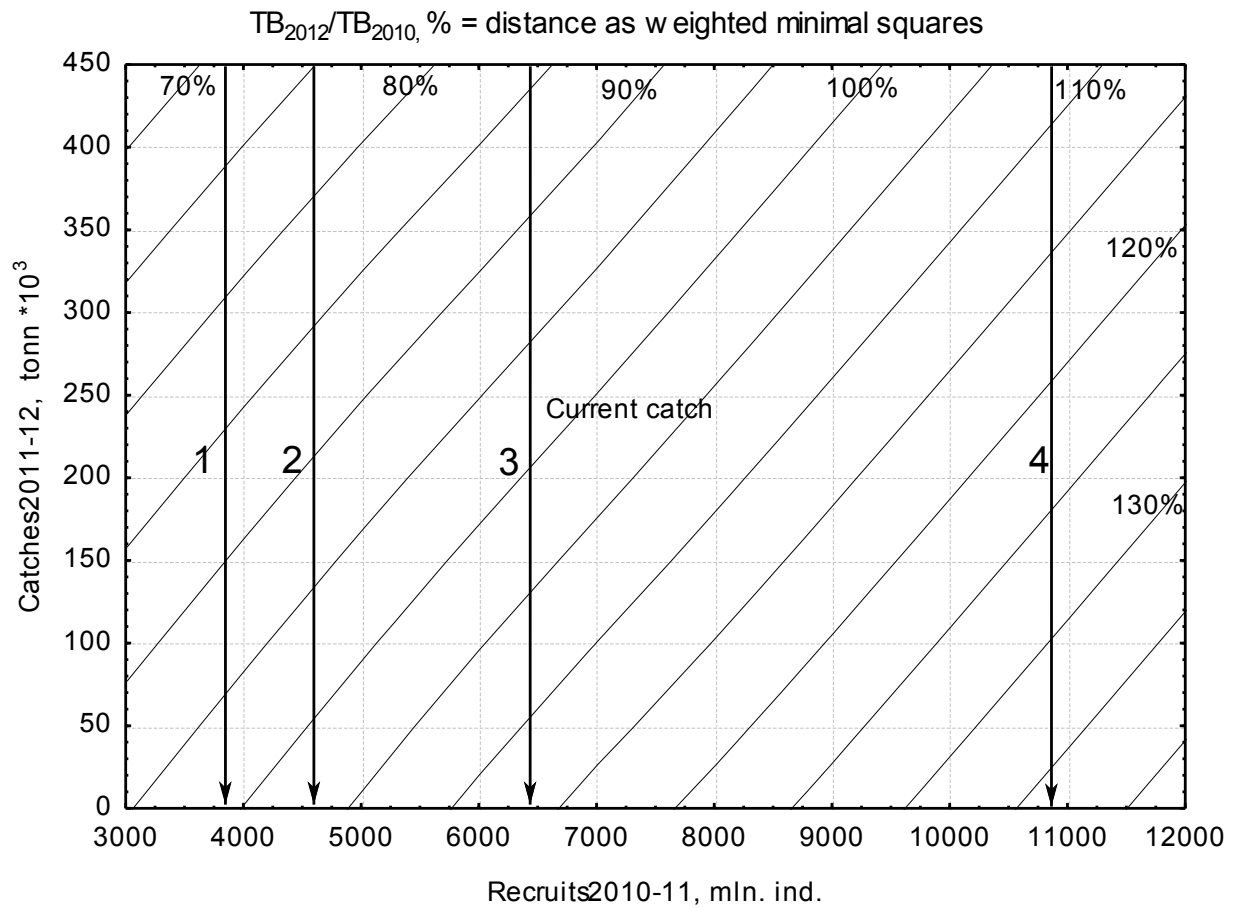


Figure 5.7.2: Chub mackerel management scenarios according to various catch and recruitment in 2010–2011 by ICA/
Scénarios de gestion du maquereau en fonction des diverses captures et du recrutement en 2010-2011 par l'ICA

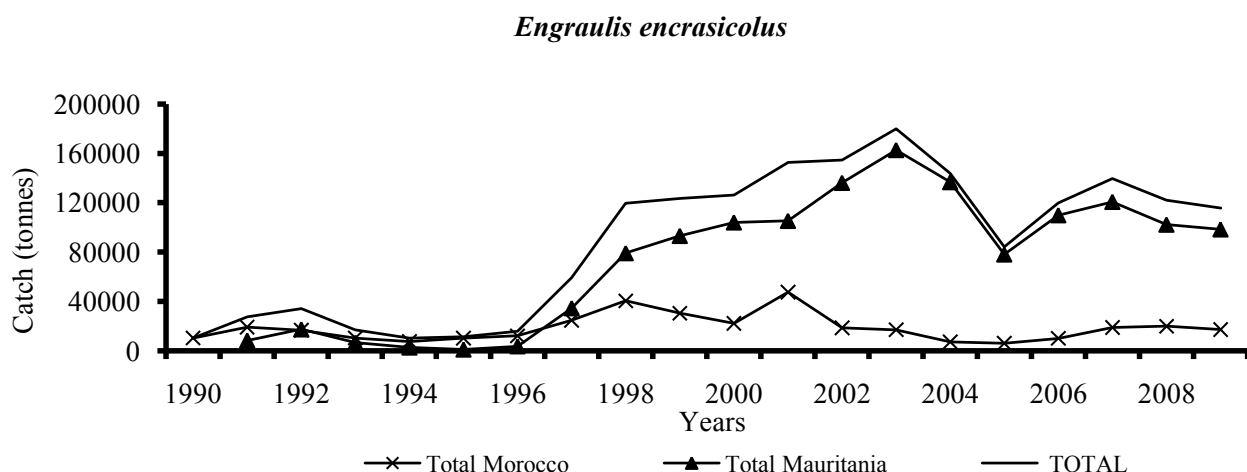


Figure 6.2.1: Total catches (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* in the subregion by country and year (1990–2009)/
Captures totales (en tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* dans la sous-région par pays et année (1990-2009)

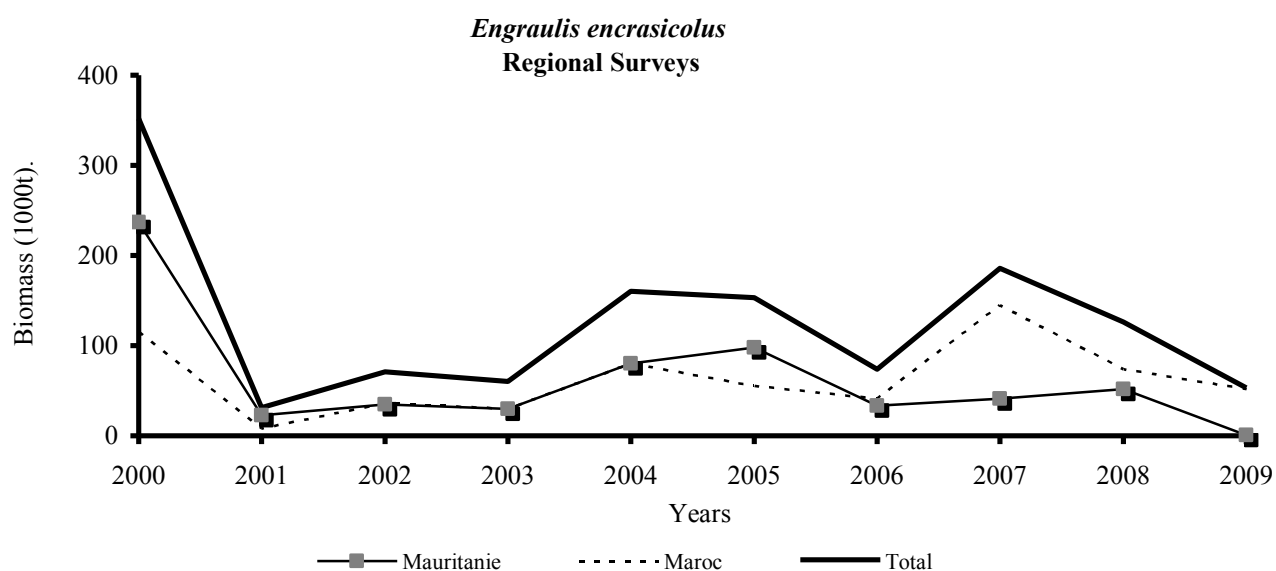


Figure 6.3.1: Biomass estimates of *Engraulis encrasicolus* (2000–2009) for Mauritania and Morocco from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and regional surveys (local research vessels)/
Estimations de la biomasse d'*Engraulis encrasicolus* (2000-2009) en Mauritanie et au Maroc par le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et les campagnes de recherche régionales

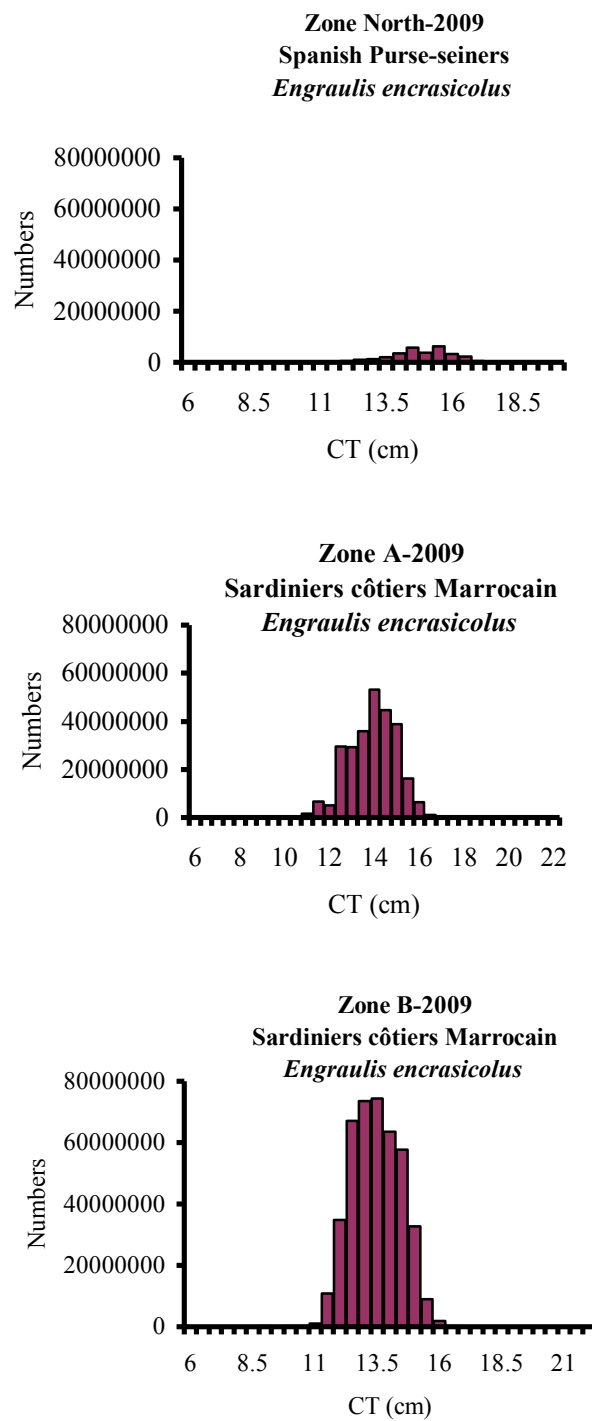


Figure 6.5.1: Length composition of catches of *Engraulis encrasicolus* in Zone North, A and B/
Composition par taille d'*Engraulis encrasicolus* dans les zones Nord, A et B

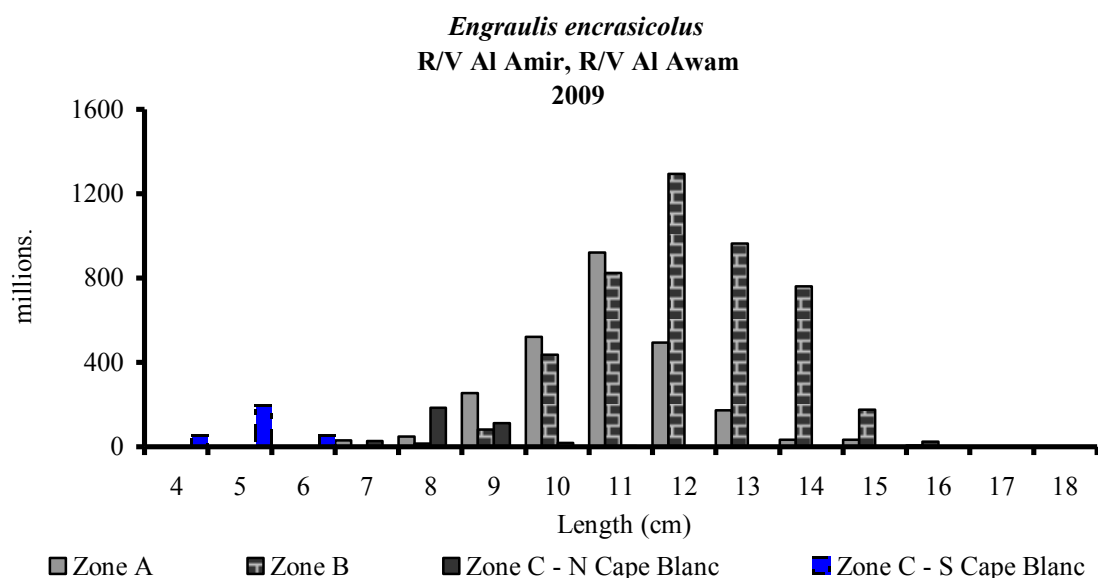


Figure 6.5.2: Length frequency and total number estimates for *Engraulis encrasicolus* in the subregion in 2009 (R/V AL AMIR, R/V AL AWAM)/
 Estimations de la taille et du nombre d'individus d'*Engraulis encrasicolus* dans la sous-région en 2009 (N/R AL AMIR, N/R AL AWAM)

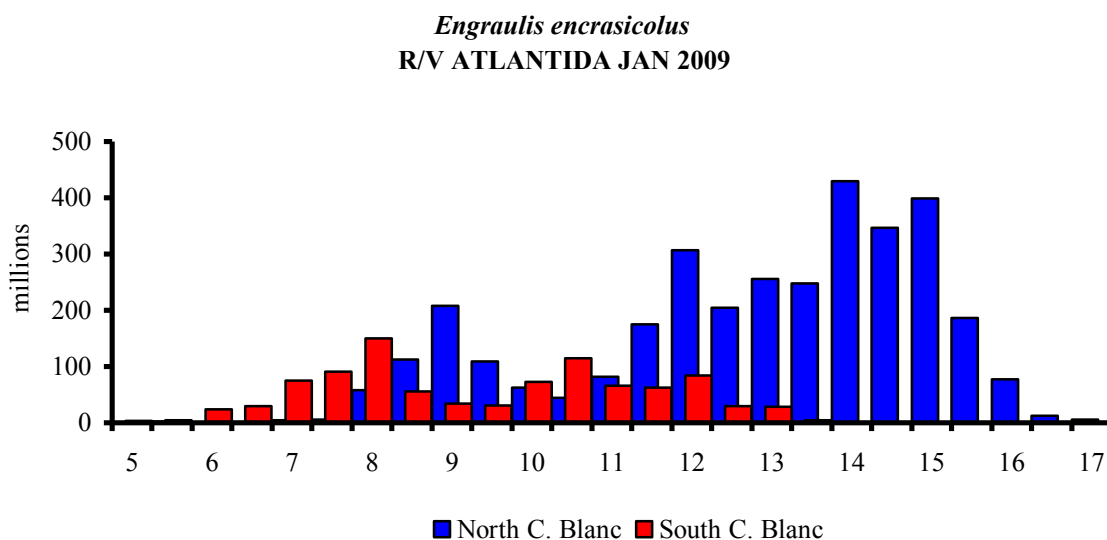


Figure 6.5.3: *Engraulis encrasicolus* length frequency in the subregion recruitment surveys – January 2009 (R/V ATLANTIDA)/
 Fréquence de taille d'*Engraulis encrasicolus* dans la sous-région lors des campagnes de recrutement en janvier 2009 (N/R ATLANTIDA)

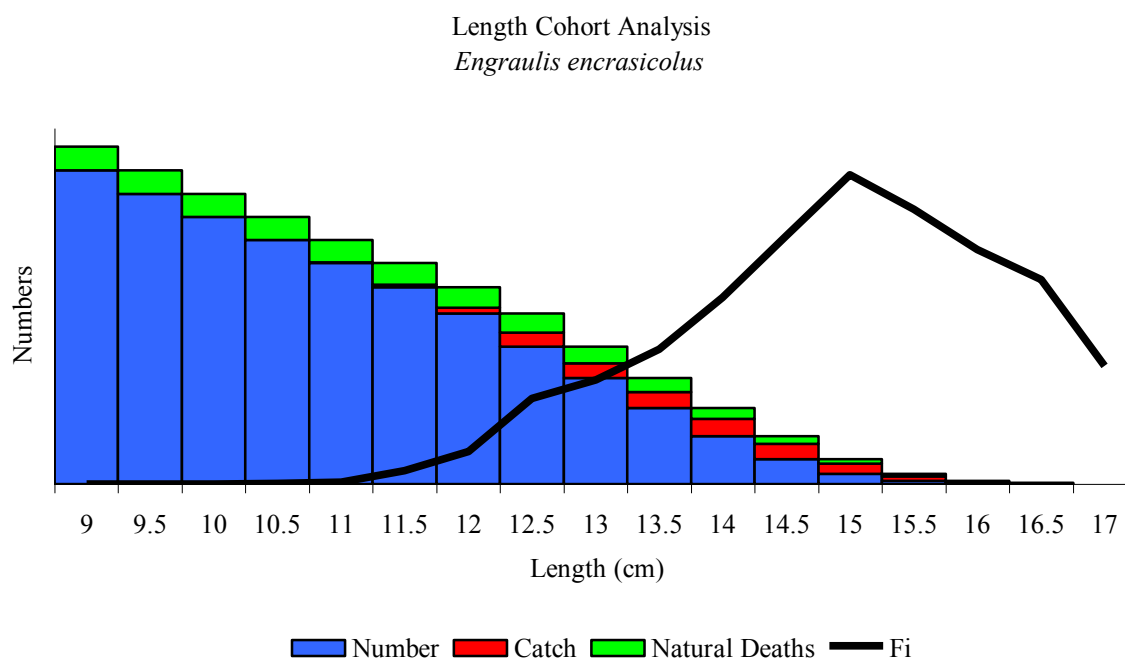


Figure 6.7.1: *Engraulis encrasicolus* – Number of survivors at beginning of the year, catch in number during the year, number of natural deaths and fishing mortality during the period of analysis 2008–2009/
Engraulis encrasicolus – Nombre de survivants au début de l’année, captures en nombre pendant l’année, nombre de morts naturelles et mortalité par pêche au cours de la période d’analyse 2008-2009

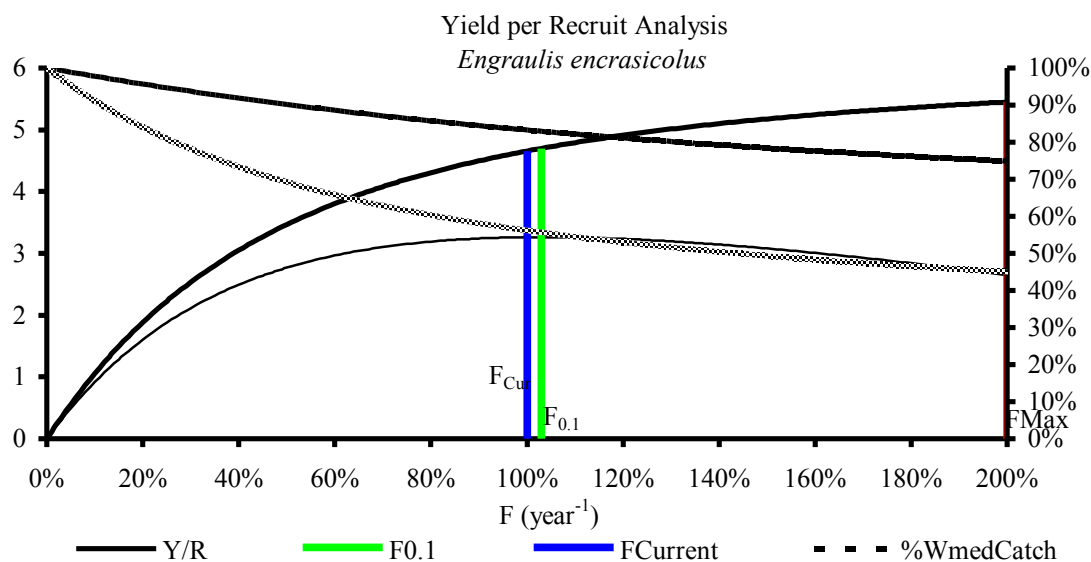


Figure 6.7.2: *Engraulis encrasicolus* - Yield per recruit analysis/
Engraulis encrasicolus – Analyse du recrutement par recrue

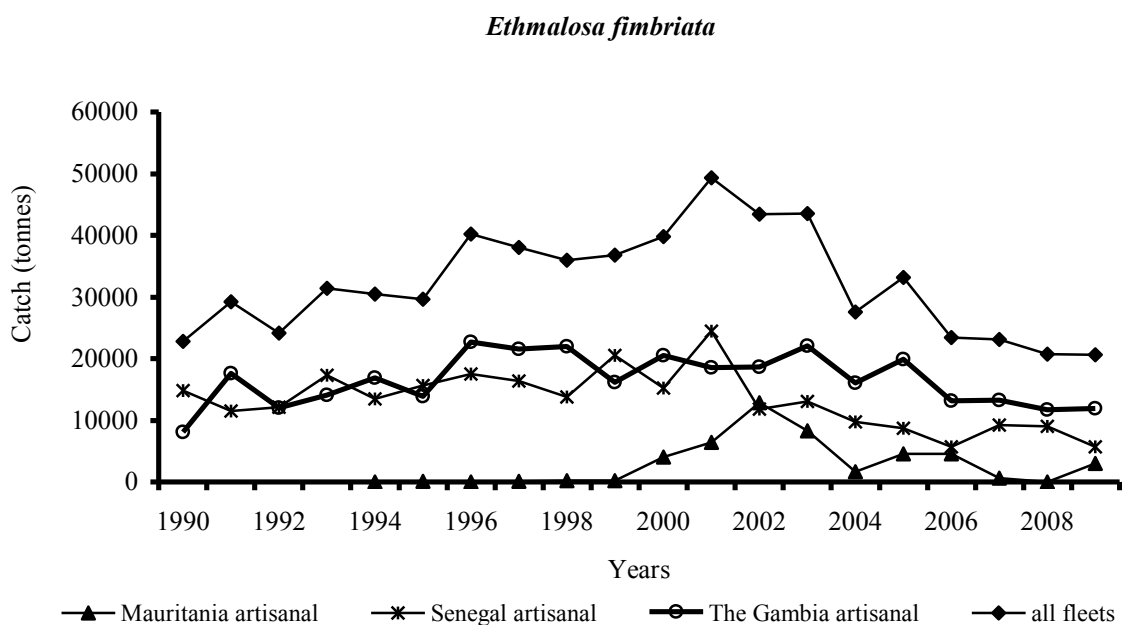


Figure 7.2.1: Catches (tonnes) of *Ethmalosa fimbriata* (1990–2009) by country, fleet and year/
Captures (en tonnes) d'*Ethmalosa fimbriata* (1990-2009) par pays, flottille et année

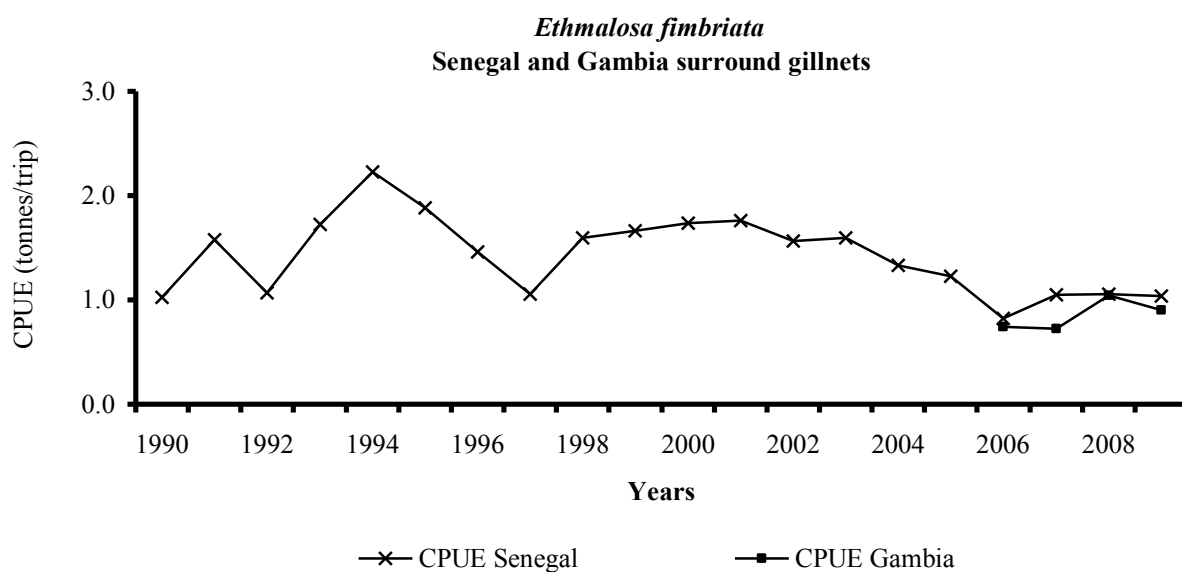


Figure 7.3.1: CPUE (tonnes/trips) of *Ethmalosa fimbriata* (1990–2009) of Senegalese and Gambian surrounding gillnets/
CPUE (tonnes/sorties) d'*Ethmalosa fimbriata* (1990-2009) des filets maillants tournant sénégalais et gambiens

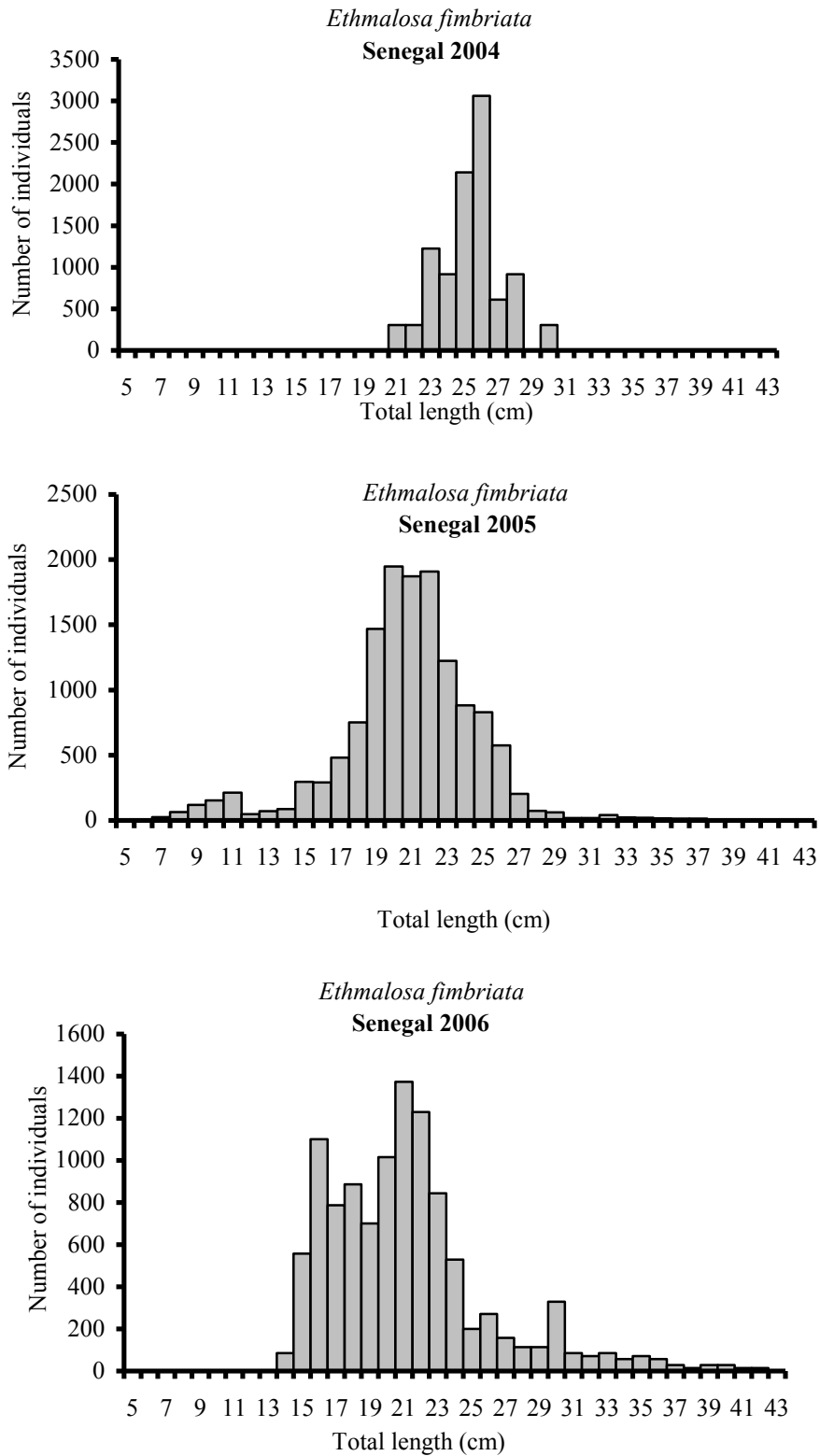
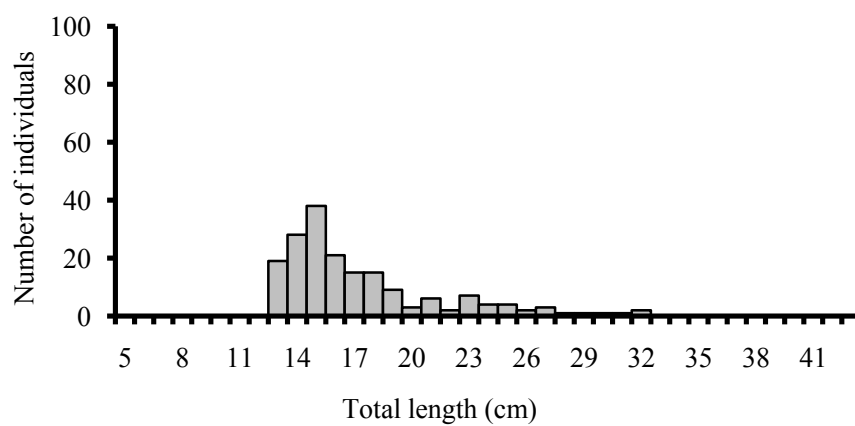


Figure 7.5.1: Length composition of *Ethmalosa fimbriata* in Senegal in 2004–2009/
Composition en taille d'*Ethmalosa fimbriata* au Sénégal (2004-2009)

Ethmalosa fimbriata
Senegal 2008



Ethmalosa fimbriata
Senegal 2009

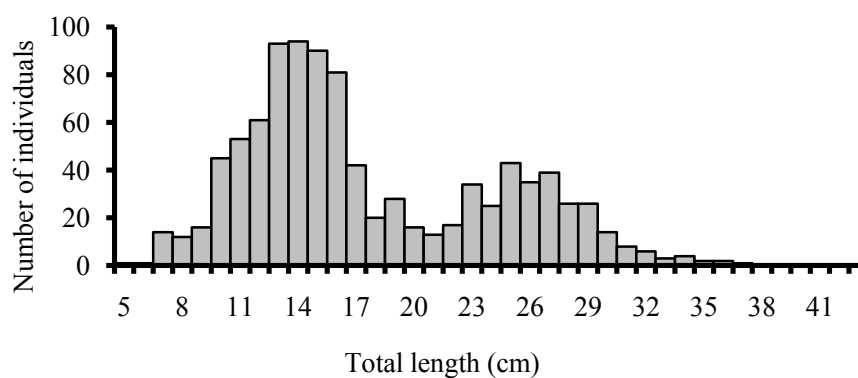


Figure 7.5.1 (cont.): Length composition of *Ethmalosa fimbriata* in Senegal in 2004–2009/
Composition en taille d'*Ethmalosa fimbriata* au Sénégal (2004-2009)

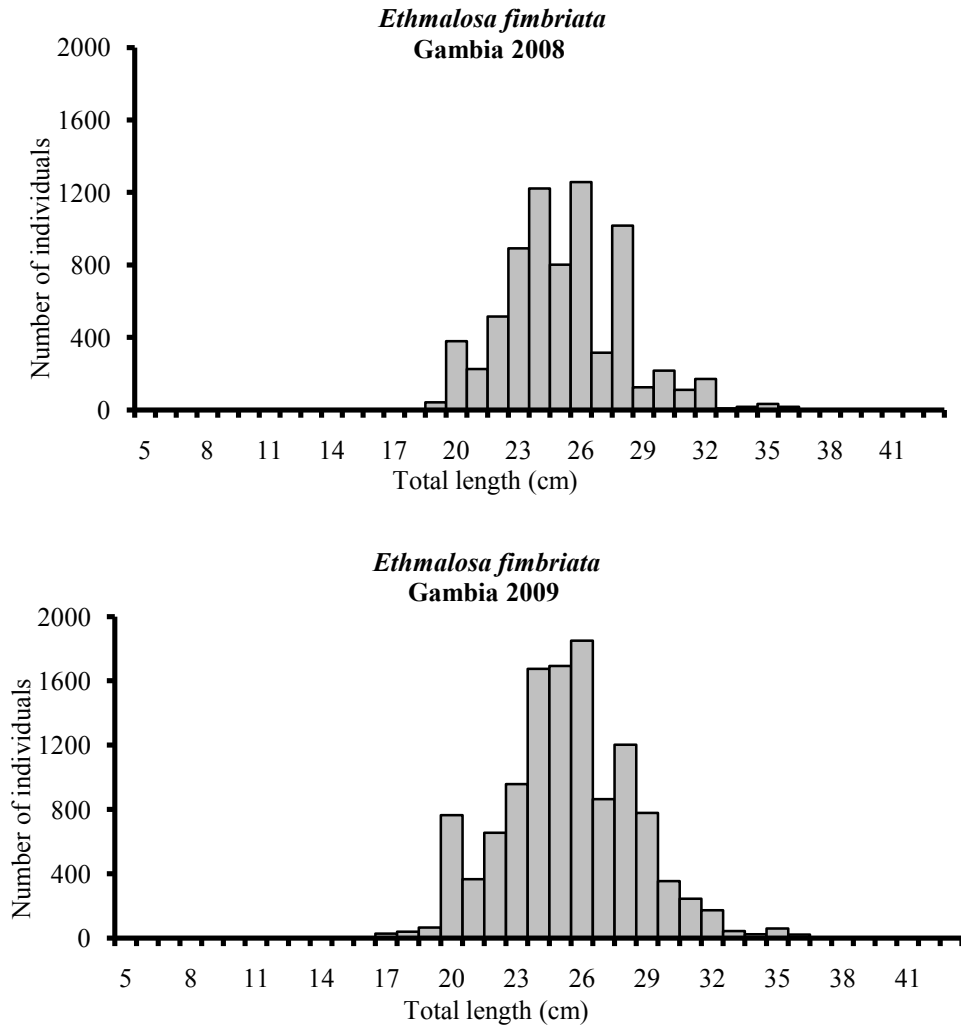


Figure 7.5.2: Length composition of *Ethmalosa fimbriata* in Gambia in 2004–2009/
Composition en taille d'*Ethmalosa fimbriata* en Gambie (2004-2009)

APPENDIX I

List of participants Small Pelagics Working Group 2010 / Liste des participants groupe de travail Petits pélagiques 2010

Name/nom	Organization/ organisme	Address/adresse	Country/pays	Phone/tél.	Fax/télécopie	E-mail/courriel
Baye Ould Isselmou, Cheikh	IMROP	BP 22, Nouadhibou	Mauritania		+222 5745081	baye_braham@yahoo.fr
Caramelo, Ana Maria	FAO-Consultant		Portugal			ana.caramelo@sapo.pt / ana.caramelo@fao.org
Charouki, Najib	INRH-Casablanca	2, Rue Tiznit, Casablanca	Morocco	+212 22 220249	+212 22 266967	charouki@hotmail.com / charouki@inrh.org.ma
Chfiri, Hamid	INRH-C/R Agadir	BP 5221 Q.I. Agadir	Morocco	+212528822942 +212528825868	+2125288887415	chfiri_h@yahoo.fr chfiri@menara.ma
Corten, Ad	Special Advisor- IMROP	De Waterdief 52, 1911 JT Uitgeest	The Netherlands	+31 251 313280		adcorten@yahoo.co.uk
Mendy, Asberr	Fisheries Department	6, Marina Parade, Banjul	The Gambia	+220 4202355	+220 420 2355	anmendy@yahoo.com
Lakhnigie, Aziza	INRH-Casablanca	2, rue Tiznit, Casablanca	Morocco	+21222268192	+21222266967	aziza_lakhnigie@hotmail.com
Ngom, Fambaye	CRODT	PO Box 2241, Dakar	Senegal	+221 832 8265	+221 832 8262	famngom@yahoo.com
Pascual Alayón, Pedro José	Instituto Español de Oceanografía, Canary Islands, Spain	Carretera General San Andrés nº 45, 38120 Santa Cruz de Tenerife	Spain	+ 34 922549400 / 01		pedro.pascual@ca.ico.es
Samb, Birane	CRODT	PO Box 2241 Dakar	Senegal	+221 832 8265	+221 832 8262	bsambe@yahoo.fr
Ould Mohamed El Moustapha, Ahmedou	IMROP	BP 22, Nouadhibou	Mauritania		+222 5745081	mmahmedou@yahoo.fr ahmedou_mdm@yahoo.fr
Ould Taleb, Mahfoudh	IMROP	BP 22, Nouadhibou	Mauritania	+222 6970006	+222 5745081	mahfoudht@yahoo.fr
Tandstad, Merete	FAO	Department of Fisheries and Aquaculture, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome	Italy	+3906 57052019	+3906 57053020	merete.tandstad@fao.org
Timoshenko, Nikolay.	AtlantNIRO	DM Donskoy 5 Kaliningrad 236000 Russian Federation	Russian Federation	+74012 225554	+74012219997	timoshenko@atlant.baltnet.ru

APPENDIX/ANNEXE II – PART 1

Biomass dynamic model with environmental effects

User instructions

by Pedro de Barros

1) General instructions

a) Data entry

Data and initial parameter estimates should be entered only in the cells coloured green (Figure 1). All other cells are either not used, or used to calculate quantities used by the model. Data must be entered for all the data columns coloured green, and also for initial values of the parameters. Additionally, the model control settings may be entered (in the cells coloured orange – Figure 1). If these control settings are not changed, they may be left at their default values.

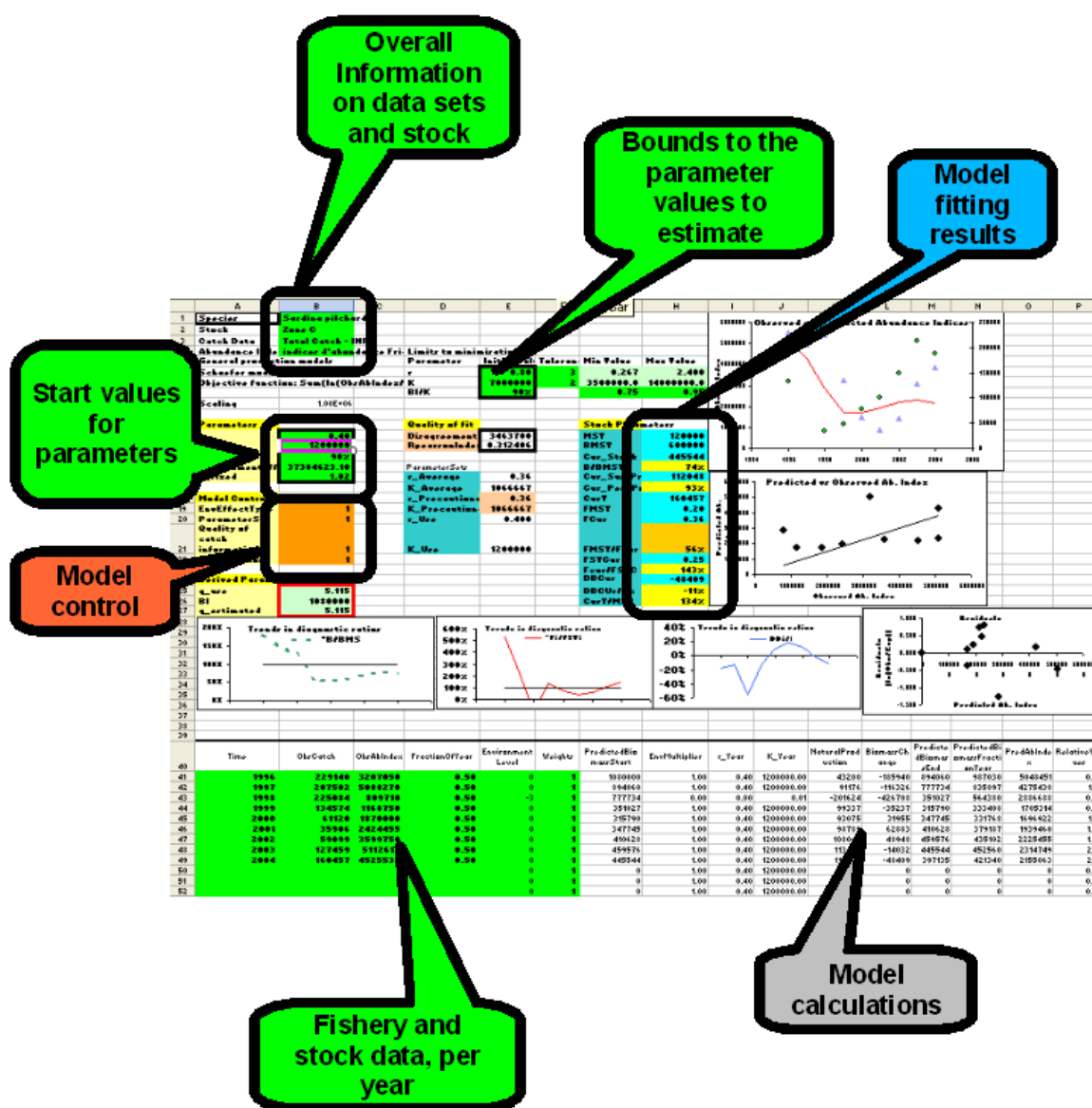


Figure 1. The main areas in the model worksheet

b) Defining the parameters to be estimated non-linearly (using Solver)

The non-linear estimation procedures suffer from a number of limitations, of which the most important is probably that the estimates obtained will depend on the start values defined. Therefore, one should try to keep the number of parameters to be estimated non-linearly to the minimum possible values.

As a minimum, one must estimate r and K by fitting the model to the data using the solver algorithm.

When defining the parameters to estimate, one should as much as possible set constraints (maximum and minimum values) so that the algorithm is limited to reasonable values, defined by the researchers. Use the spreadsheet area of Minimum and Maximum values to define these.

2) Detailed instructions

Entering data

The following data **MUST** be entered in the appropriate cells of the worksheet (Figure 2):

i) Years of the data (Year)

All years from the first to the last in the data set should be entered, consecutively. The first year should be entered in the cell immediately below the header “Year” and run consecutively until the last one. No empty cells should exist between the data, only after the last year.

ii) Total catch per year (ObsCatch)

Total catch is **REQUIRED** for **ALL** years in the data series. The model will fail if catch data is missing for any of the years (the reason is that catch is essential to calculating stock abundance the following year). This column should be filled like the one for year.

iii) Abundance index (ObsAbIndex)

This column should be filled like the previous ones. However, if there is no abundance index for a given year, this can be left blank. The model will still run correctly without a few years of data of Abundance indices (if there are many, however, the reliability of results will be doubtful).

iv) Timing of the abundance index (FractionOfYear)

When the abundance index corresponds to e.g. a scientific survey, or to a fishery concentrated in a short season, it will not represent the average abundance of the stock during the year, but rather this same abundance at the time of the survey or fishery. The values in this column represent the timing of the abundance index as a fraction of year ($0.5 = \text{July } 1^{\text{st}}$). It should be set to a value corresponding roughly to the mid-point of the survey or of the fishing season. If the abundance index corresponds to a CPUE from a year-long fishery, this value should be set to 0.5 (mid-year).

v) Environment level

This column will include any index that can be considered to represent a deviation of the average growth conditions of the stock in each year. If a series of environmental indices exist (e.g. a series of upwelling indices) these can be used as the environmental level. If not, and there is external scientific evidence that there were particular years with exceptional conditions, then an arbitrary positive (for good growth) or negative (for poor growth) environmental level can be set for that year. If there is no information on environmental elements affecting the carrying capacity and/or the intrinsic growth rate of the stock, or it is considered that these parameters do not vary significantly, then the values in this column can be left at their default values of 0.

vi) Weights

In some cases, there are doubts about the reliability or the representativeness (compared with the rest of the series) of one or a few of the abundance indices used (e.g. if there is a year with less complete coverage, or with uncommon distribution conditions). In these cases, the corresponding value of the abundance index will not be as reliable as the remaining of the series. These points can be given less weight in the fitting of the model, by setting a value less than **1** in the corresponding row of the column Weights.

Notes:

The number of consecutive non-empty cells in column Year is used to define the number of years in the data to fit. Therefore, only years for which catch data is available must be entered, and all cells below these must be empty (use “Delete”).

In the calculated columns (to the right of the column “Weights”) the rows below the last year of data should NOT be deleted. The worksheet will ignore those below the last year of data. Deleting these rows will force one to rebuild them when a new data point is entered.

Time	ObsCatch	ObsAbIndex	Environment Level	Weights
1996	229140	3207050	0	1
1997	207502	5088270	-3	1
1998	225084	809710	0	1
1999	134574	1168750	0	1
2000	61120	1870000	0	1
2001	35906	2424455	0	1
2002	59099	3599750	0	1
2003	127459	5112613	0	1
2004	160457	4525538	0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1

Figure 2. Spreadsheet section for entering the data for model fitting

Initial parameter values

Enter the initial values (initial “guesstimates”) of the parameters in the appropriate cells. As a minimum, initial values for the parameters **r** (intrinsic rate of growth), **K** (Carrying capacity, or Virgin Biomass) and **BI/K** (Stock Biomass at the start of the data series, as a proportion of the Virgin Biomass) are required.

Defining appropriate start values to these parameters may be difficult, and may require a bit of trial and error. However, setting adequate initial values is essential for the success of the estimation procedure.

One should start by defining an adequate value for BI/K. To start the model running, it is necessary to give it a start point, the stock status at the start of the data series, BI (Initial Biomass). It is often very difficult to provide reasonable values for this parameter, but it may be easier to provide, from the knowledge of the scientists involved with the stock, a first estimate of the level of depletion of the stock at start of the data series available. This approach is similar to the idea of using the Exploitation Ratio (E) to start the calculation in a VPA, as suggested by Cadima (2004). The first estimate of this value will be named **BI/K_{Guess}**.

A start value for **r** is usually found by setting **r** to a value similar to the natural mortality coefficient assumed for the stock.

A start value for K is usually more difficult, but a value consistent with the remaining parameters can also be found using a simple reasoning, as follows;

- 1- "Guess" the value of average stock Biomass during the period included in the assessment, (B_{Guess});
- 2- Calculate the average value of the Abundance Index used in the same period, (AI_{Average}). Make sure to include only real values of the abundance index, and to ignore any missing values;
- 3- Calculate a first estimate for the catchability coefficient q , as $q_{\text{Guess}} = AI_{\text{Average}} / B_{\text{Guess}}$;
- 4- Calculate a first estimate of the stock Biomass at the start of the series, (B_{Start}), using the value of the abundance Index at the start of the series, (AI_{Start}), and the first estimate of the catchability coefficient q , q_{Guess} , as $B_{\text{Start}} = AI_{\text{Start}} / q_{\text{Guess}}$;
- 5- The first estimate of K (K_{Guess}) is then given by $K_{\text{Guess}} = B_{\text{Start}} / (BI / K_{\text{Guess}})$

This procedure is implemented in the worksheet "InitialValues", within the workbook supplied (Figure 3).

6							
7	AbIndexFirst	3207050					
8	BI/K	90%	This is arbitrated and depends on external information about wha				
9							
10	AverageBiomass	3000000	"Guessed" from external information				
11	AverageAbIndex	3089571	From real supplied data				
12	CatchabilityGuess	1.029857					
13	BiomassFirst	3114073					
14	K_Guess	3460082					
15							

Figure 3. Estimation of the initial value for K implemented in the worksheet "InitialValues"

b) Setting limits to the estimation

When using non-linear estimation, it is advisable to set limits to the values the parameters may take. To do this, enter the appropriate values in the "tolerance" column for the estimation of r and K . If BI/K is to be estimated by the model, the upper and lower limits should be entered directly. Whenever the initial values for the parameters are modified, the values in cells InitialValues should be set to the same values entered in the cells used for the model parameters (Figure 4)

Initial Value	Tolerance	Min Value	Max Value
1.00	4	0.250	4.000
4993858	6	832309.6	29963145.4
90%		0.75	0.95

Figure 4. Process of defining the limits to the estimation in the model worksheet

c) Model control

In its current version, the model implementation allows the user to choose 3 main aspects of the calculation, (1) the type of environmental effect (simple multiplicative or exponential), (2) to estimate or not the catchability coefficient (q) and (3) the set of parameters to use for calculating the reference points and the current status of the stock relative to these reference points.

18	Model Control	
19	EnvEffectType	1
20	ParameterSet	1
	Quality of catch information for last few years	
21		1
22	q_Estimation	1

Figure 5. Cells of the spreadsheet used to control the options in the calculations of the model

i) Choice of environmental effect type:

The model includes two different formulations for the effect of the environment level on the r and K parameters of each year.

To select the type of environmental effect, set the value in cell **EnvEffectType** (Figure 5) to one of the following values:

0 – No effect

1 – Additive formulation: $EM = 1 + (EE * |EL|^{SIGN(EL)})$

2 – Exponential formulation: $EM = e^{(EE * EL)}$

EM: Environmental multiplier

EE: Environmental effect: Measures the overall intensity of the environmental effect. Usually estimated by Solver as a part of the fitting routines;

EL: Environmental level: Indicator of level of environment, for each year (normally, will be deviations from the average).

ii) Use of q

The user may choose to estimate the catchability coefficient q , or set it as fixed.

To select whether to estimate or to use the fixed value, set the value in cell **q_Estimation** (Figure 5) to one of the following values:

0 – Use the fixed value set for the start

1 – Estimate the catchability coefficient

The user should **never** include q as one more parameter to be estimated by Solver. If it is meant to be estimated, it should be estimated using the linear approximation given in the worksheet (just set $q_estimation$ to 1).

iii) Estimation of current (in the last year of data) Biomass

Even if the absolute Biomass values are not used directly (and they may be misleading, given the degree of uncertainty involved in their estimation), they are necessary to estimate the F -values, since these are calculated as $F = B/Y$.

The stock Biomass in the last year of data, that is used as a main element in calculating the current status of the stock or the fishery, may be calculated in one of two ways: Either taken directly from the model, as the Biomass value predicted by the model, or using the observed abundance index for that year, and the estimated q , to calculate $B = U/q$.

The choice of the best option is not straightforward. However, if the quality of the total catch data in the last few years is low, this will affect strongly the reliability of the Biomass estimates from the model. In this case, it is better to calculate the Biomass using the Abundance Index for last year and the overall q . To achieve this, set **Quality of catch information for last few years** (Figure 5) to 0 (bad quality). Otherwise, set it to 1, to use the Biomass estimates from the model.

Notes: The quality referred to here is not of the LAST catch data point (it has no effect) but rather the few years before the last.

iv) Variable r and K (depending on environment level of each year)

When using the option of introducing an environmental level indicator, different values of r and K are calculated for every year in the data set. In this situation, it becomes difficult to choose which is the best value of the parameters to use in the calculation of the overall reference points. The best option will depend on the situation at hand. To define the option to use, set the value in cell “Parameter set” (Figure 5) to one of the following values:

- 1 – Overall r (estimated by the fitting procedure, independent of the environmental effects used in the fitting);
- 2 – Average value of the r -values estimated for each year in the data series (using the environmental levels for each year);
- 3 (or other value): Precautionary option – the smallest of the two previous values.

d) *Running the model (estimating the parameters)*

This is usually done using the “Solver” tool in Excel.

Call the tool (Figure 6).

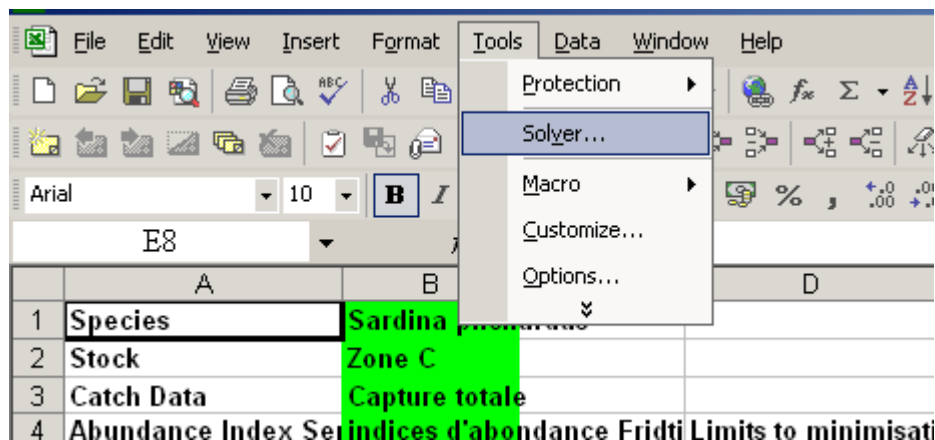


Figure 6. Starting the solver routine, for parameter estimation

Define the cell whose value is to be minimized Target cell (Objective Function) – Figure 7, and the cells that are to be manipulated for achieving this (By changing cells). You may choose all 4 parameters r , K , BI/K and EnvironmentEffect (if an environment effect is being estimated), or only a subset of these. You should not set the model to estimate q , as this is usually not defined enough by the data. Set also, as much as possible, the constraints – use the constraints area in the spreadsheet. Do not set constraints for the Environment effect.

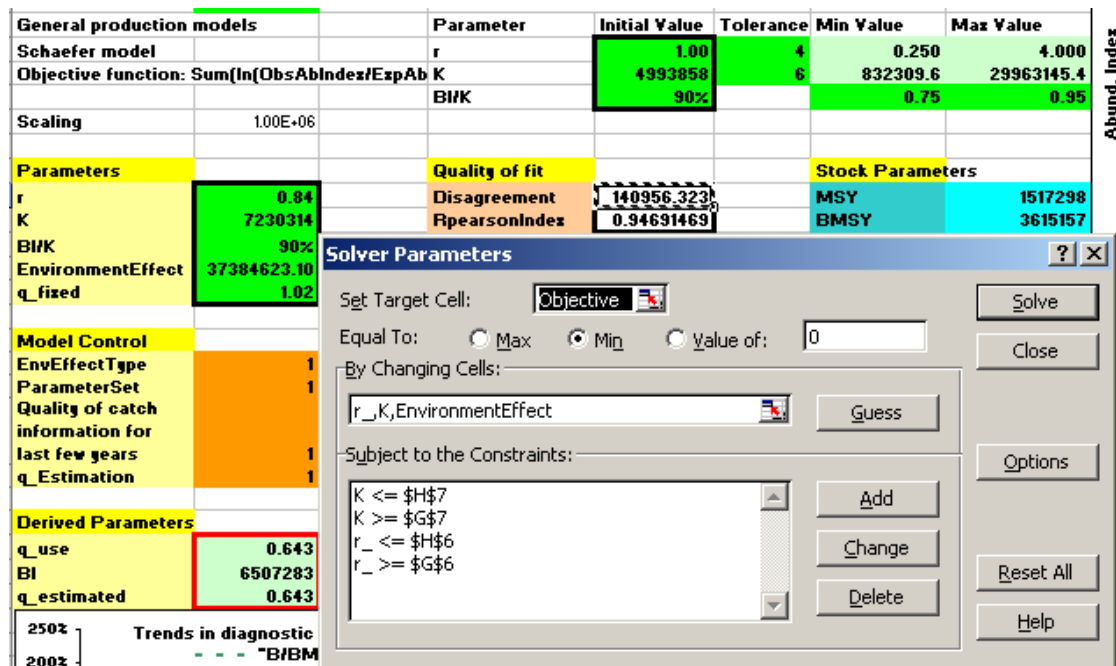


Figure 7. Setting the parameters for the solver routine.

After pressing “Solve”, the following dialog should be seen.

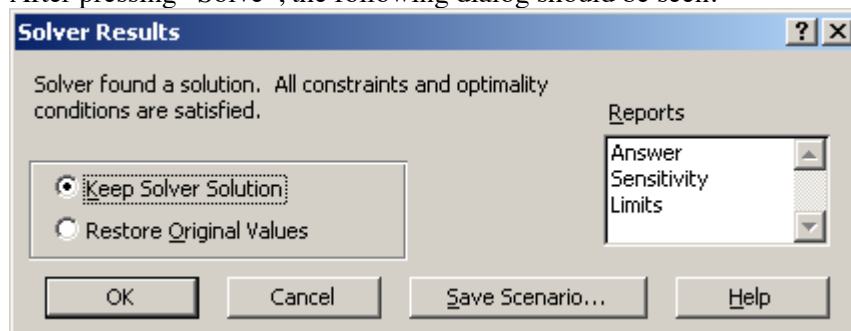


Figure 8. Dialog indicating the successful completion of the model fitting procedure

After pressing the OK button, the diagnostics can be assessed.

3) Diagnostics of fit

Like any model fitted to data, it is essential to assess the quality of the fit of the model to the particular data set used in each run. The model will almost always produce an estimate, but the reliability of the model fitting that produced these estimates should always be checked before accepting the results. There may be several reasons why a production model may not fit well a particular data set. Some of the most common ones are;

- Lack of contrast in the data
- “One-Way trip”
- Abundance index does not represent the whole stock
- Catch data are not representative of all catches, but come from only a part of the fleet, or are fixed estimates

To help assess the quality of this fit, a few indicators are provided.

a) Objective function

The actual value of the objective function (Figure 9) is the first measurement of the goodness-of-fit of the model. High values indicate a better fit. However, it is difficult to evaluate exactly what is “high”, and this is thus not usual as a diagnostics statistic.

Quality of fit	
Disagreement	1498416.332
RpearsonIndex	0.848396537

Figure 9. Cells holding the values of the objective function of the model fit, and of the Pearson linear correlation coefficient r .

b) Pearson linear regression coefficient between the predicted and observed abundance indices

This coefficient (Figure 9) will not detect a non-linear relation but will measure how closely the predicted abundance indices follow the observed ones. High values should be aimed for.

c) Plot of Predicted vs Observed Abundance Indices

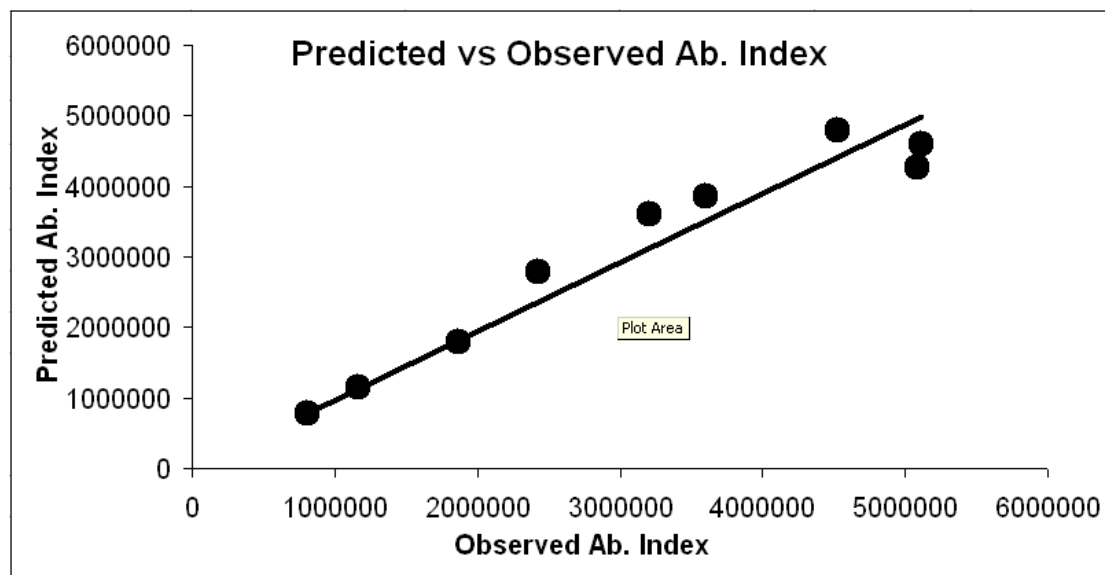


Figure 10. Plot of the relation between the predicted and the observed abundance indices. This plot can be used to detect severe deviations from the linear relationship between the observed abundance indices and those predicted by the model

This plot presents, in a graphical way, the relation between the Abundance Index observed (or given to the model) and the Abundance index estimated by the model, on the basis of the estimated biomass. The desirable characteristics for this plot is a linear relation between the predicted and observed indices, with slope 1.

Undesirable characteristics include:

- a) a flat plot (no relation between predicted and observed);
- b) A non-linear relation (cyclic, asymptotic or curved relation)

d) Residual plot

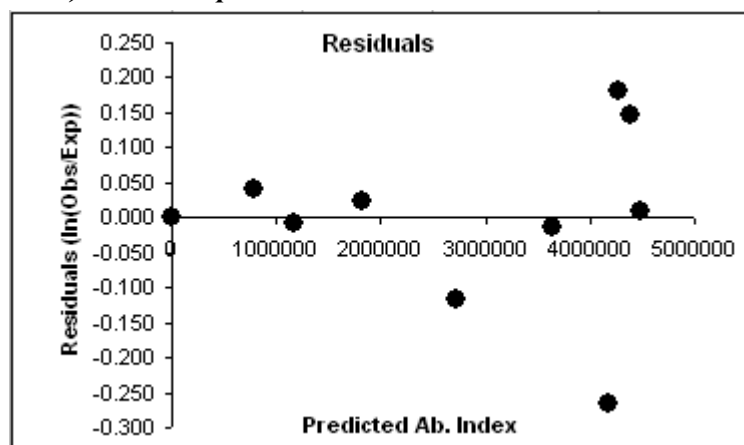


Figure 11. Plot of residuals used to assess if there are indications of any lack of fit in the adjustment of the model to the data

The residual plot is used to evaluate whether there are trends in the deviations between the observed and predicted abundance indices data. As long as the residuals are reasonably well-dispersed, with no patterns, there is usually no reason to concern. Unusually large or small residuals concentrated at a given range of the predicted abundances, however, should be looked into carefully, as they may indicate a model misspecification, or problems with the data

e) Trends in Biomass Indices and total catch data

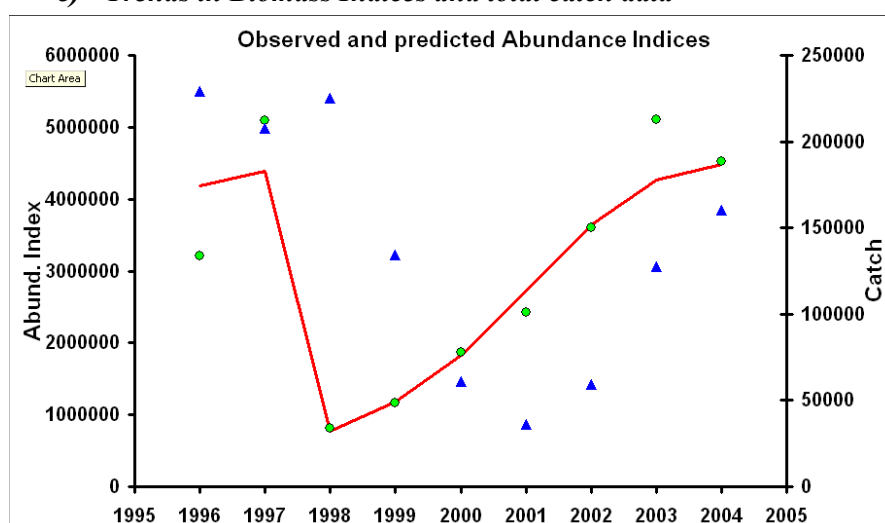


Figure 12. Plot of the trends in observed and estimated abundance indices, as well as of the reported catches, for each year in the period analysed.

The model is based on the assumptions that stock biomass tends to grow to a maximum level that can be sustained by the environment, and that this growth is decreased by the catches taken from it. So, generally speaking, stock biomass trends should reflect the catches taken from it. A year with very high catches should see a reduction in stock biomass the following year, and vice-versa, a year with low catches should be followed by an increase in stock biomass.

Therefore, checking the plot of catches and stock abundance indices for these patterns gives a first indication of the reliability of the fit of the model to the data. A pattern where similar catch levels at similar Biomass levels are followed by both increases and decreases in biomass will in general

indicate a contradiction between the data and the model. This may indicate several difficulties with the data, of which the most common are incomplete or inaccurate catch data, or abundance indices that do not represent the whole stock (e.g. they miss the larger adults or the juveniles). In some cases, however, a sudden change in the reaction of the stock to exploitation may also indicate that there was an environmental change or pulse that modified the average biomass growth rate of the stock (e.g. exceptional conditions that lead to a peak in recruitment). If the change in environmental conditions can be demonstrated by other, external data (e.g. similar anomalies arising simultaneously in several stocks, or Sea Surface Temperature data, or precipitation indices) then this can be included in the model by the introduction of an Environment level, for that year, that will account for the positive or negative changes in the growth conditions (intrinsic rate of increase and carrying capacity) observed or assumed for that year.

4) Interpretation of results

Once the model is satisfactorily fitted to the data, it is important to interpret the results from this fit. The model implementation provides several auxiliary ways to view and interpret the data.

a) *Current (last year) situation*

Usually, stock assessment scientists and managers are most concerned with the status of the stock in the last year of data. So, the model implementation computes several numerical and graphical diagnostics of the condition of the stock and the fishery in the last year (Figure 13).

Stock Parameters	
MSY	120000
BMSY	600000
Cur_Stock	445544
B/BMSY	74%
Cur_SustProd	112048
Cur_PercProd	93%
CurY	160457
FMSY	0.20
FCur	0.36
FMSY/Fcur	56%
FSYCur	0.25
Fcur/FSYCur	143%
DBCur	-48409
DBCUR/Bcur	-11%
CurY/MSY	134%

Figure 13. Summaries of the status of the stock and the fisheries in the last year of data

Of the different indices presented, the ones highlighted in yellow are the ones most important for the stock diagnostics, and of these, special importance is given to the ratios B/BMSY and FCur/FSYCur.

The first of these ratios indicates the current status of the stock biomass relative to the Biomass that would provide the Maximum sustainable yield, and provides an indication of the current stock status relative to a target stock status. In most situations, one would want the stock to be slightly above BMSY, i.e., with a B/BMSY ratio slightly above 1.

The second indicates the value of the yield currently being extracted from the stock, relative to the yield the same stock can provide while keeping its abundance constant for next year, i.e. to the

sustainable yield of the stock. Values of this ratio below 1 indicate that the stock biomass will tend to grow, while values above 1 indicate a situation leading to a decline in stock biomass.

To ease the interpretation of the results for the last year of data, the estimated stock Biomass for the last year of data and the corresponding catch are presented relatively to the Biomass that would produce the Maximum Sustainable Yield and to the Sustainable Yield, respectively, in the plot in the chart sheet "CurrentSituation" (Figure 14).

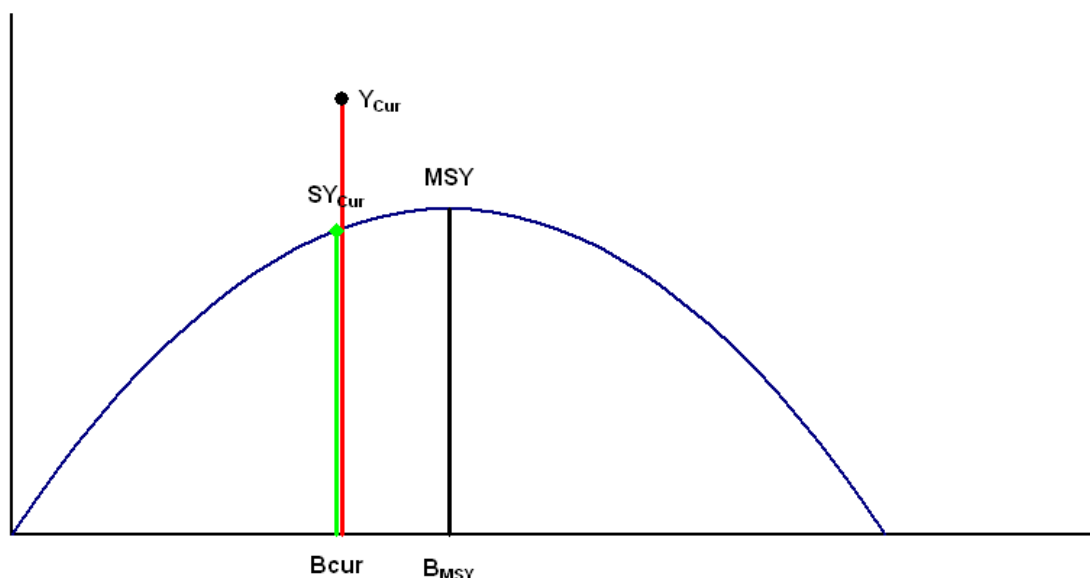


Figure 14. Graphical presentation of the status of the stock and the fishery in the last year of available data, relative to the Reference Points estimated for the stock

b) Time-patterns

Besides the situation in the last year of data, it may be useful to assess the trends in these indices along the period analysed. All these indices are calculated for each year in the main spreadsheet, but for ease of presentation and interpretation they are also presented graphically (Figure 15).

Three main indicators are presented:

- a) Ratio B_i/B_{MSY} . This ratio indicates whether the estimated stock biomass, in any given year, is above or below the Biomass producing the Maximum Sustainable Yield;
- b) Ratio F_i/F_{SYi} . This ratio indicates whether the estimated fishing mortality coefficient, in any given year, is above or below the fishing mortality coefficient producing the sustainable yield in that year. Values below 100% indicate that the catch taken is lower than the natural production of the stock, and thus that stock biomass is expected to increase the following year, while values above 100% indicate a situation where fishing mortality exceeds the stock natural production, and thus where stock biomass will decline.
- c) Ratio DB_i/B_i . This ratio indicates the change in estimated Biomass relative to current Biomass (in any given year). Positive values indicate a year of increase in Biomass, while negative values reflect years of declining biomass.

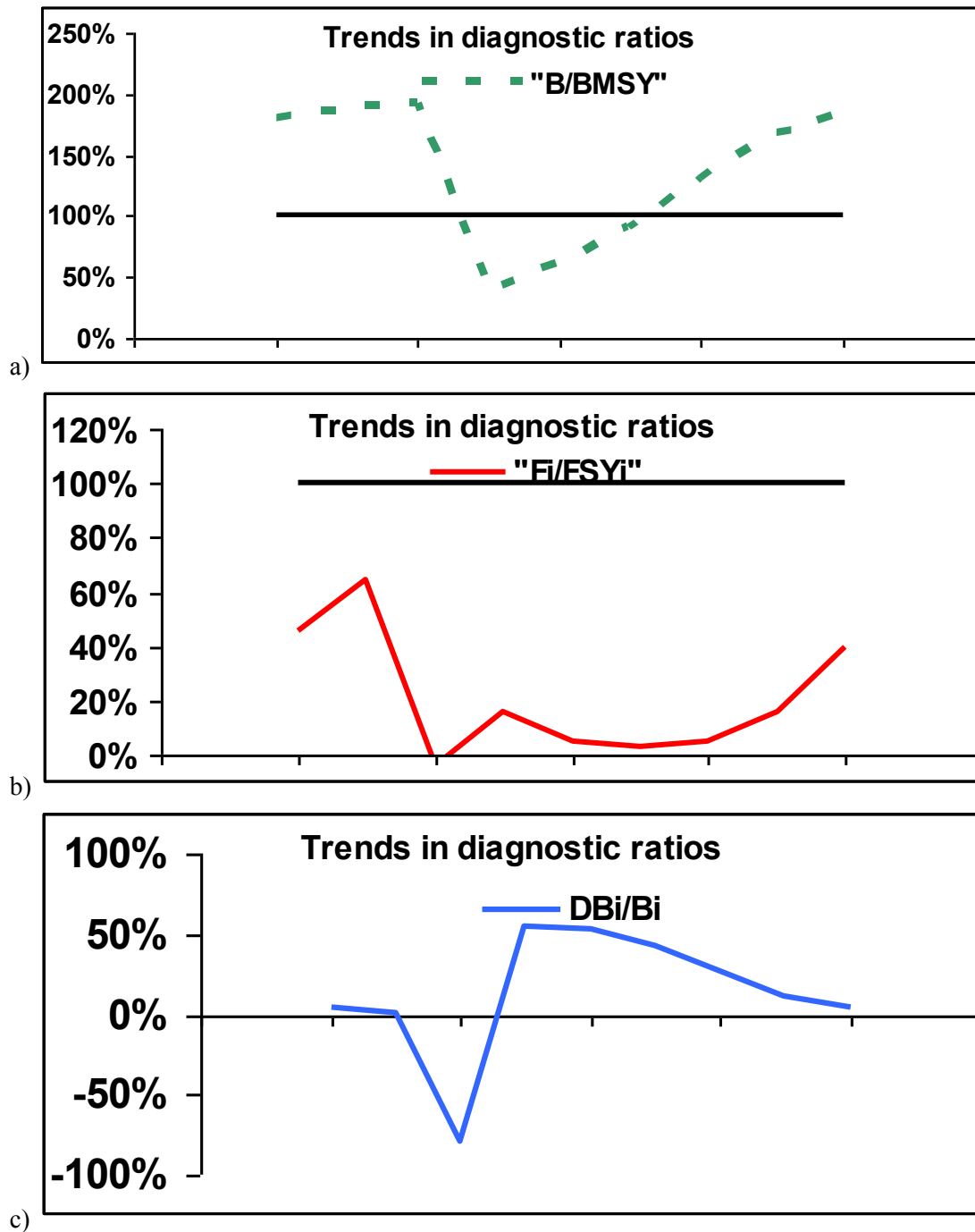


Figure 15. Graphical presentation of the evolution of the main stock status diagnostics along the period included in the analysis. a) Ratio B_i/B_{MSY} ; b) Ratio F_i/F_{SYi} ; c) Ratio DB_i/B_i .

APPENDIX/ANNEX II – PART 2

Projections of future yields and stock abundance using dynamic surplus production models - General concepts and implementation as excel spreadsheets

by Pedro de Barros

1. INTRODUCTION

a) Management measures available to fisheries managers

Fisheries managers have at their disposal a wide array of management measures that are usually classified into three groups, (a) input control measures; (b) output control measures and (c) technical measures. Input and output control measures aim to control the overall fishing level, i.e., the total mortality applied to the stock, while technical measures intend to control the way how this total mortality is distributed by the different size- or age-groups of the stock.

Input control measures include all the management measures that limit the fishing effort applied to the fishery, and include limitations of fishing licences, of total number of fishing days, or any other similar measures;

Output control measures are those measures that limit the total catch removed from the stock, usually as total biomass removed, but sometimes also as numbers of individuals. Limitations of Total Allowable Catch (TAC) are the most common form of these measures.

Finally, technical measures include those measures like mesh size limitations, minimum landing sizes, or closed areas and seasons.

The advantages and disadvantages of different management measures are discussed by several reference books, like e.g. Hilborn and Walters (1992) or Hogarth *et al.* (2006).

b) Projections in the fish stock assessment process

The fish stock assessment process includes in general at least four main steps, besides the data collection steps:

1. Deciding the best model to represent the dynamics of the stock and the fisheries, based on (i) the characteristics of the stock and the fishery, (ii) the management measures considered, and (iii) the data available on the fishery and the catches;
2. Estimating the parameters of the model (fitting the model to the data available) and calculating, where possible, the Biological Reference Points (BRP's);
3. Assessing the current status and the historical trends of the stock and the fishery (in Biomass, Fishing Mortality, Average Size or any other indicator of stock status) relative to the BRP's chosen to manage the stock;
4. Evaluating the likely consequences, for the stock and the fishery, of alternative management options. This most often involves projecting the development of the stock and of the catches, as well as of other statistics of the stock and the fishery, under different options for management or future scenarios.

The projection of stock and fishery status under different assumptions regarding the dynamics of the stock and the management measures applied is an essential step in the provision of management advice, as it allows managers to evaluate the likely consequences, for the stock and the fishery, of the different management options at their disposal.

Projections can be done for the long-term, medium-term or short-term. Each of these has different purposes and properties that must be considered carefully when deciding which ones to carry out.

Long-term projections, also called equilibrium projections, are used to assess the average long-term relation between the main indicators of stock and fishery status on one hand and fishing level, or other quantities defining a fishery, on the other. They require the assumption that all conditions are kept constant for a time-period at least as long as the life-span of the target species, and do not depend on the current state of the stocks, which is not taken into account. Also, they do not include time as a variable. As such, they can not be used to assess management measures that vary with time (e.g. a policy of decreasing TAC progressively), nor do they allow one to predict the status of stocks or fisheries at any defined point in time. These projections are mostly used to estimate the values of Biological Reference Points, estimate desirable states of the fisheries and compare the long-term merits of alternative management measures.

Short-term projections, on the other hand, are usually made for a period of 1-2 years after the current year/period. They depend strongly on the current state of the stock and the fishery, and assess their evolution at different times after the current moment/time. Because they consider time explicitly, they can be used to assess the effects of management measures varying with time, and to predict the status of the stocks and fisheries at different points in time within the time-frame they consider.

Finally, mid-term projections are usually made for a period of 3-10 years from current time. They use the same equations as short-term projections, prolonging them for a longer period. They can thus be used for the same purposes as short-term projections. As they extend farther from the current year, however, they become more and more dependent on the assumptions of the model, and less on the estimates of current stock and fishery status. As such, particular care must be exercised when interpreting the results of such projections. This effect is more marked the shorter the life-span of the stocks being analysed, since with long-lived species the individuals currently present in the stock will influence its total abundance for a longer number of years.

Both long-term and short-term projections can be carried out based on production or structural models. However, only projections based on structural (age-, length- or stage-structured models) can be used to assess the effect of technical measures.

When the data available for a fishery are only total catch and effort, or catch and abundance indices, only production models can be used, and thus the only management measures that can be assessed are those based on input or output control.

When using and fitting Production Models, like the Schaefer logistic model, the estimation of the parameters leads in almost all cases to carrying out a long-term projection, since the average long-term response of the stock and the fishery to changes in fishing level are direct functions of the stock parameters.

Carrying out short-term and medium-term projections, however, requires carrying forward the dynamic version of the models, under different assumptions for the catches taken from the stock, as a consequence of different input or output control management measures. Even though the equations used for this forward projection of the stock and the fishery are the same as used for the population model of the fitting version, it is usual to separate the task of fitting the model to data (i.e. estimating its parameters) from the task of using the estimated parameters to analyse the consequences of different management measures. This is mostly because the calculations used to fit the models using

the dynamic version of these models require intensive computations, and it is thus usually desired to keep the corresponding programmes as simple and light as possible.

It should be noted that projections, either long-term or short-term, should not be taken for predictions of actual stock abundance or catch values. As such, they should not be used to actually predict stock abundance or catch at any period. Rather, they should be used to assess the relative merits of alternative competing management options, and as such inform better the process of deciding which management measures are more likely to drive the stock and the fishery in the direction desired by managers.

2. WORKBOOKS FOR PROJECTIONS USING THE PRODUCTION MODELS

The spreadsheets used for fitting the dynamic version of the Schaefer logistic model are not meant for doing projections. In fact, the need of running numerical optimization routines for the estimation of the parameters implies that one should avoid very complicated sheets.

Accordingly, a new workbook was prepared, to run projections based on the data available and the parameters estimated for the stock and the fishery. It should be noted that this sheet should not be used for estimating parameters, but rather to analyse the likely consequences of different management options (set as changes in effort or total catch relative to current levels) on the future trends in catches and stock abundance.

This workbook is meant for doing deterministic projections, i.e., projections where the results are always the same for a given set of (a) initial conditions (stock size at the start of the projection period) (b) stock dynamics parameters and (c) stock exploitation strategy (TAC or Fishing Effort control).

3. POSSIBLE ANALYSES

The model implementation in the workbook can run projections with the following main characteristics:

- a) Dynamic projections based on the Schaefer model;
- b) Deterministic projections. Running a simulation with the same data and parameters will always produce the same results. Accordingly, this workbook will not produce stochastic simulations, and thus cannot be used for running e.g. risk analysis;
- c) The stock dynamics are based on the Schaefer model parameters provided to the model;
- d) The start point of the simulations is the stock status estimated by the model for the last year of available data;

It should be noted that because the simulation is based on a surplus production model, the workbook can not be used to simulate management strategies based on technical measures.

a) Management strategies simulated

The implementation of the model can currently simulate the following management strategies:

i) Constant exploitation strategies

In this kind of projection, it is assumed that the exploitation strategy (either total catch or total fishing mortality) is constant for all years being projected. The management measures under this type of can be defined as (1) TAC fixed at the same constant level for all years in the projection or (2) fishing mortality fixed at the same constant level for all years in the projection.

(1) Constant TAC

In this type of projection/simulation, total catch is fixed at the TAC level established by management from the first to the last year of the projection. It is assumed that there are no enforcement/declaration problems, so that the catch actually taken corresponds exactly to the TAC specified. For simplification, the TAC is given as a percentage of the average catch in the reference period (a period of the last 1 to 5 years of available data).

(2) Constant fixed total fishing mortality

This projection mode corresponds to a management option of fixing total effort, in the assumption that there is no change in catchability, and therefore that fishing mortality is effectively proportional to fishing effort. The actual management measures that will achieve this control of total fishing mortality are not specified, but the simulation assumes that fishing mortality is effectively controlled. For simplification, the fishing mortality for the projection is given as a percentage of the fishing mortality estimated for the last year of data available.

ii) Variable exploitation strategies

In this set of strategies, managers can allow for varying TAC or fishing mortality at each year in the projection time. This requires specifying the TAC or the fishing mortality (both as values relative to the average values in the reference period) for each time-period covered by the projection. Otherwise, the projection proceeds as for the case of the constant TAC or fishing mortality strategies.

An important issue to remember when defining the management strategy to simulate is how catch is related to stock abundance. When using TAC management control, the total catch taken each year is fixed externally. This catch does not depend on stock abundance or other aspects of stock status. When an effort control strategy is chosen, however, the total fishing effort exerted on the stock each year is fixed. In this system, total catch is determined by the effort applied to the average stock abundance during the year, and thus depends on stock abundance.

4. ORGANIZATION/STRUCTURE OF THE WORKBOOK

The workbook is divided into several sheets that correspond to different parts of the operation of the simulation:

a) Data Input and projection control

The input of the stock and fisheries data, as well as the definition of the conditions for the projection, is separate from the calculations or the presentation of output. This way, it is possible to allow the users to specify the input data and parameters, as well as the conditions for the simulation, in a simpler setup than if this input was joined with the calculations. All input and control parameters are entered into the same sheet, sheet "Input".

i) Sheet “Input”

This sheet is used to enter the model parameters estimated for the stock, historical data available for the stock and the fishery, and for defining the conditions for the projections. The following information is entered into this sheet:

- a) Historical data
- b) Stock model parameters
- c) Model control parameters
- d) Projection control parameters

b) Calculations

The calculations for the historical part of the model are separated from those of the projection part. This is done for logical reasons, but also to allow dimensioning separately each of the components of the calculations. Two sheets are used to do these calculations. Sheet “ObservedPast” holds all calculations for the historical part of the model, while sheet “Projected” contains the calculations for the projection part. These data are joined together in a sheet “DataPlots” that organizes the data into a single set, for the plots.

c) Output

The output is presented mostly in graphical form, in the plot sheets “Abundance” (Figure 10) and “Catches” (Figure 11). In both of these, the estimated and projected trends in stock abundance and catches are presented as values relative to adequate reference points. So, abundance is represented by the value of the estimated abundance index as a percentage of the value of this abundance index at the target biomass $B_{0.1}$, while catches are presented as a percentage of MSY.

ii) Sheet “Data Plots”

This sheet contains the calculations for the plots of catches and stock abundance. It is not meant to be modified by the user, and it is protected to avoid accidental modifications to the workbook.

5. OPERATING INSTRUCTIONS

a) Setting overall options

The presentation of the data from the workbook relies on some Visual Basic procedures. Therefore, for the workbook to function properly, it is necessary to configure Excel in order to allow running macros. The following procedure should be used:

Open Excel with a blank worksheet

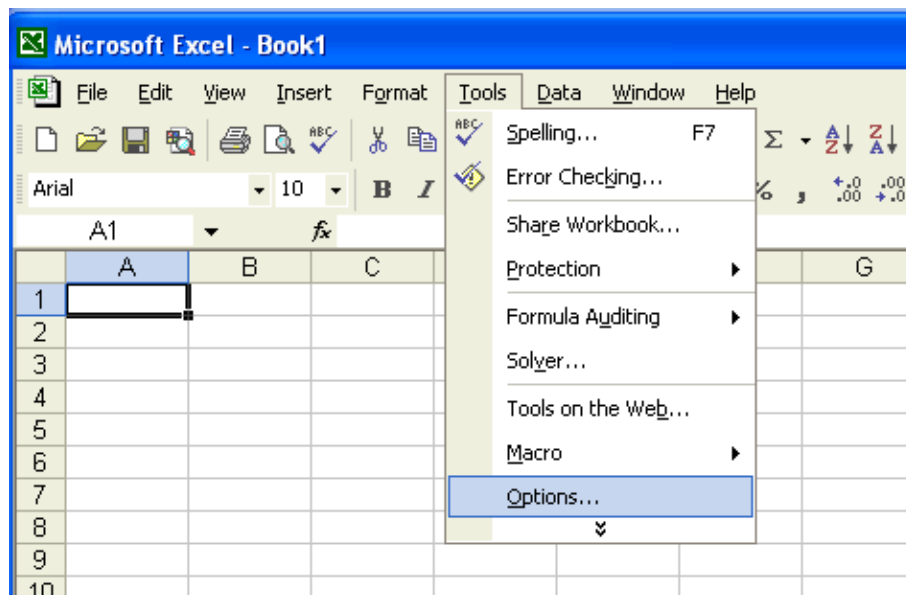


Figure 1- Selection of the “Options” dialogue

Under the menu item “Tools”, choose “Options”
Then in the “Security” tab click on “Macro security”

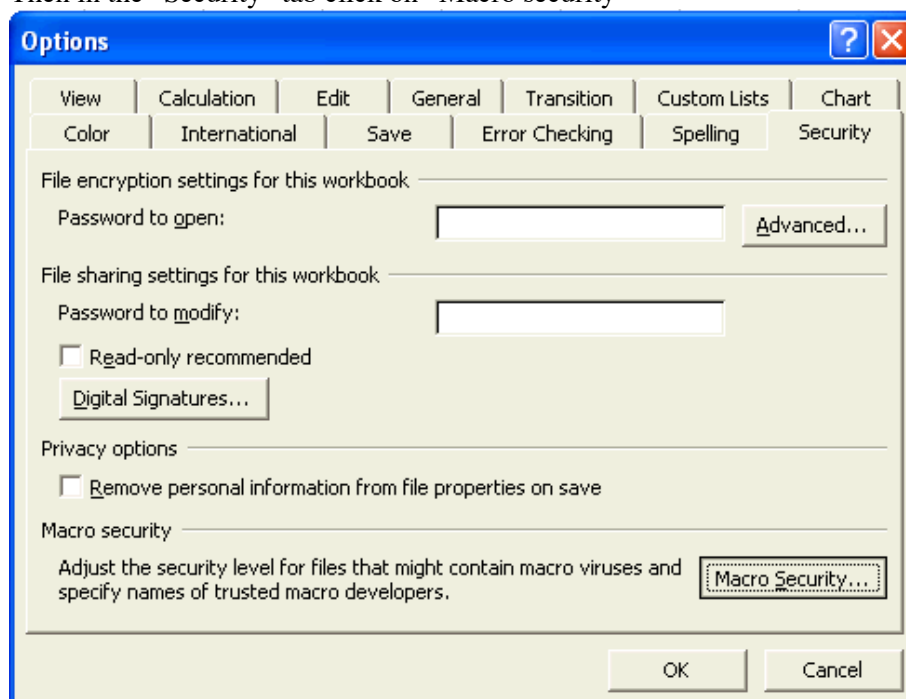


Figure 2. The “Security” tab under the “Options” dialogue

In the “Security Level” tab, choose “Medium” (Figure 3). This setting will allow you to permit running the macros in the worksheet without compromising the overall security of your computing environment.

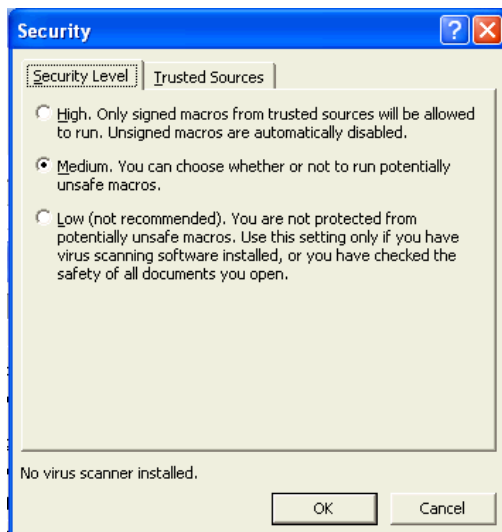


Figure 3. Setting the macro security level to “Medium”.

When opening the workbook, a warning message will appear, asking whether to allow the macros to run (Figure 4). Choose “Enable Macros” in this dialogue, and the sheet will load properly.

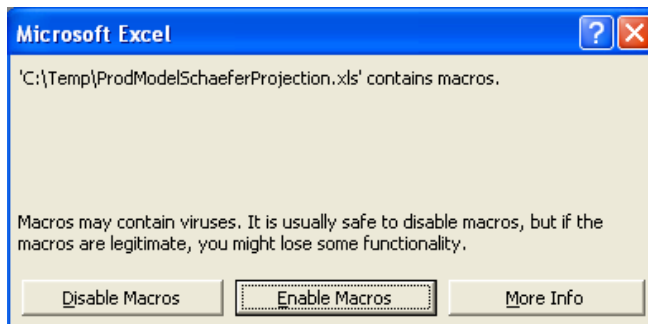


Figure 4. Dialogue that should appear when opening this workbook

Note: Under newer versions of Microsoft Excel, the procedure may be different from the one described above. In all cases, however, it will be necessary to set the macro security level to a level allowing selected macros to run, with previous user approval.

b) Data Entry

All data (for the historical period) and parameter estimates should be entered in the worksheet “Input”.

Data and parameter estimates (that may have been estimated by fitting the model to data using the fitting workbook) should be entered only in the cells coloured green (Figure 5). All other cells are either not used, or used to calculate quantities used by the model.

The parameters for the projection, including the number of years to project, and the values of catch or fishing effort to simulate (relative to the current “base” values) should also be set in this sheet.

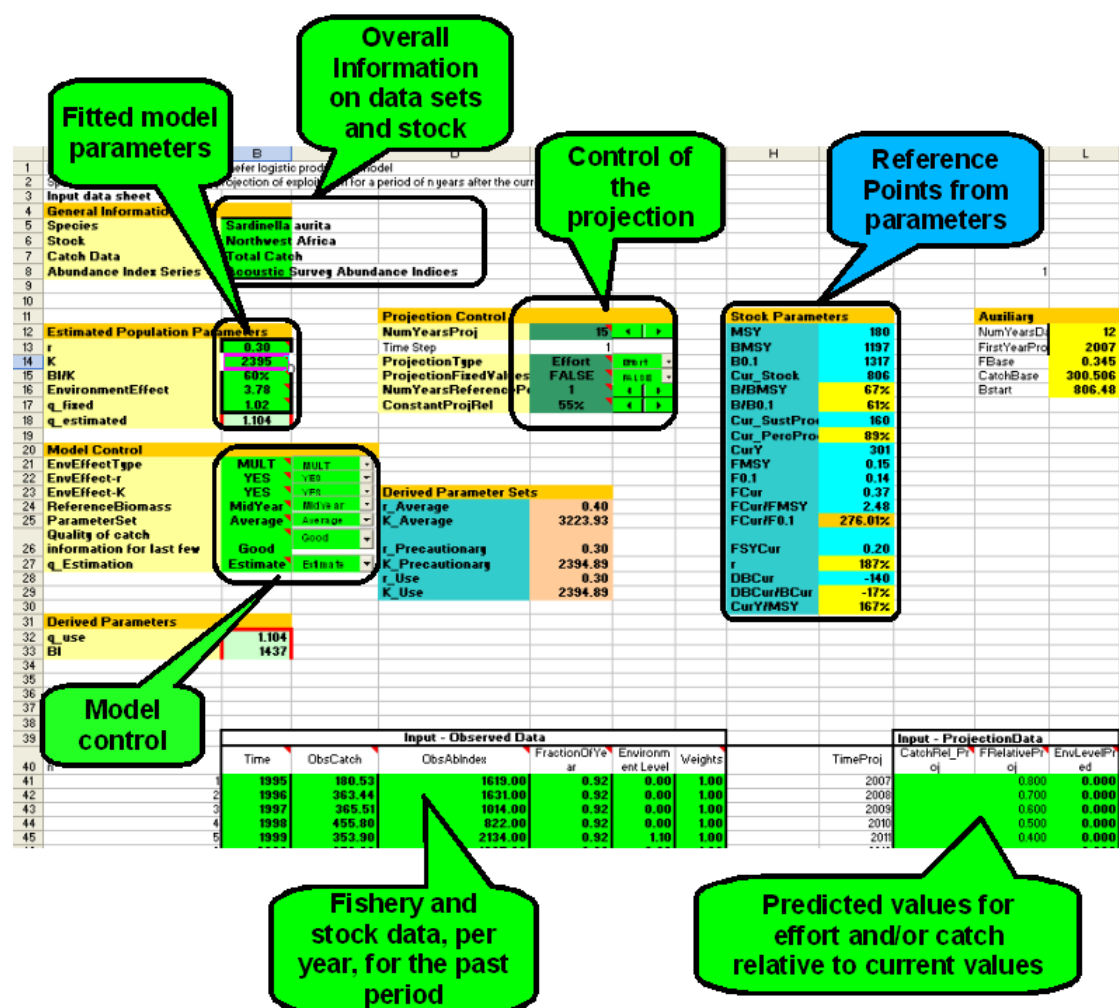


Figure 5. The main areas in the worksheet for model input and projection control

i) Entering historical data

The data for the historical period should be entered first (Figure 6). These data correspond to the data available to fit the model, and should be entered exactly as used for the fitting process. They will be used to replicate the estimated trends of catch and stock abundance in the historical period, and establish the base conditions to which the projection values are related.

Input - Observed Data						
Time	ObsCatch	ObsAbIndex	FractionOfYear	Environment Level	Weights	
1995	180.00	1500.00	0.92	0.00	1.00	1.00
1996	353.00	1600.00	0.92	0.00	1.00	1.00
1997	430.00	1001.00	0.92	0.00	1.00	1.00
1998	500.00	800.00	0.92	0.00	1.00	1.00
1999	400.00	2020.00	0.92	1.00	1.00	1.00
2000	356.00	190.00	0.92	0.00	1.00	1.00
2001	298.00	1800.00	0.92	0.00	1.00	1.00
2002	280.00	1499.00	0.92	0.00	1.00	1.00
2003	345.00	1546.00	0.92	0.00	1.00	1.00
2004	264.00	3423.00	0.92	0.00	1.00	1.00
2005	305.00	3000.00	0.92	0.00	1.00	1.00

Figure 6. Section of the worksheet to enter the historical data

The settings in this section should be set exactly to the same values entered when fitting the model (estimating the parameters).

(1) Years of data (Time)

All years from the first to the last in the historical data set should be entered, consecutively. The first year should be entered in the cell immediately below the header “Year” and run consecutively until the last one. No empty cells should exist between the data, only after the last year. Note that the worksheet uses the number of consecutive non-empty cells in this column to define the time interval of the historical part of the modelling, and failing to fill this properly will result in inadequate calculations.

(2) Total Catch per year (ObsCatch)

Total catch is REQUIRED for ALL years in the historical data series. The model will fail if catch data is missing for any of these years (the reason is that catch is essential to calculating stock abundance the following year). This column should be filled like the one for year;

(3) Abundance Index (ObsAbIndex)

This column should be filled like the previous ones. It will contain an Index of stock abundance for as many years as possible, of the series of years considered. Only one index series can be entered, because it is considered impossible, or at least unreliable, to combine adequately several index series without detailed information on each of them. If it is desired to include information on more than one abundance index, these should be combined in a separate analysis that should take into account the relative reliability of each of the indices.

(4) Timing of the abundance index (FractionOfYear)

When the abundance index corresponds to e.g. a scientific survey, or to a fishery concentrated in a short season, it will not represent the average abundance of the stock during the year, but rather this same abundance at the time of the survey or fishery. The values in this column represent the timing of the abundance index as a fraction of year ($0.5 = \text{July } 1^{\text{st}}$). It should be set to a value corresponding roughly to the mid-point of the survey or of the fishing season. If the abundance index corresponds to a CPUE from a year-long fishery, this value should be set to 0.5 (mid-year).

(5) Environment Level

This column contains an index of “relative environmental quality” for each year in the data series. This index should reflect, as much as possible, the overall quality of the environment for stock growth relative to the “average” years. Years considered as “average” should have the value “0” for this index, while years more favourable than the average will have a positive value, and years less favourable will have negative values. This column will include any index that can be considered to represent a deviation of the average growth conditions of the stock in each year. If a series of environmental indices exist (e.g. a series of upwelling indices) these can be used as the environmental level. If not, and there is external scientific evidence that there were particular years with exceptional conditions, then an arbitrary positive (for good growth) or negative (for poor growth) environmental level can be set for that year. If there is no information on environmental elements affecting the carrying capacity and/or the intrinsic growth rate of the stock, or it is considered that these parameters do not vary significantly, then the values in this column should be left at their default value of 0.

(6) Weights

This column will include the weights given to each estimate of the abundance index in the fitting procedure. These weights should be proportional to the reliability of the different estimates. This may mean that they should be proportional to the variance of the estimates, if this is available, but they may be used simply to downweigh some particularly troublesome or doubtful points. In some cases, there are doubts about the reliability or the representativeness (compared with the rest of the series) of one or a few of the abundance indices used (e.g. if there is a year with less complete coverage, or with uncommon distribution conditions). In these cases, the corresponding value of the abundance index will not be as reliable as the remaining of the series. These points can be given less weight in the

fitting of the model, by setting a value less than 1 in the corresponding row of the column Weights. The weights are not used in the projection sheet, but should be entered, to establish a record to the fitting procedure used to obtain the current parameter estimates.

Notes:

The number of consecutive non-empty cells in column Year is used to define the number of years in the data to fit. Therefore, only years for which catch data is available must be entered, and all cells below these must be empty (use “Clear contents”);

In the calculated columns (to the right of the column “Weights”) the rows below the last year of data should NOT be deleted. The worksheet will ignore those below the last year of data. Deleting these rows will force one to rebuild them when a new data point is entered.

ii) Estimated stock parameters

The values estimated for the main stock parameters should be entered in the section headed “Estimated Population Parameters” (Figure 7). Values must be entered for **r** (intrinsic rate of growth), **K** (Carrying capacity, or Virgin Biomass) and **BI/K** (Stock Biomass at the start of the data series, as a proportion of the Virgin Biomass. The estimated value of the constant of proportionality between the estimated biomasses and the corresponding abundance indices, **q** (sometimes called the catchability coefficient) should also be set. If an environment effect was used for fitting the model, the value of the estimated coefficient should also be entered in the appropriate cell.

It should be noted that the value of the parameters in this section should be set exactly to the same values estimated from fitting the model to the historical data.

Estimated Population Parameters	
r	0.14
K	4270
BI/K	50%
EnvironmentEffect	7.97
q_fixed	1.02
q_estimated	0.363

Figure 7. Spreadsheet area for entering the population parameters

iii) Model fitting control

The parameters of model fitting (figure 8) should also be entered in the appropriate section of the input sheet.

Model Control		
EnvEffectType	MULT	MULT
EnvEffect-r	YES	YES
EnvEffect-K	YES	YES
ReferenceBiomass	StartYear	StartYear
ParameterSet	Average	Average
Quality of catch information for last few years	Good	Good
q_Estimation	Fixed	Fixed

Figure 8. Spreadsheet area for entering the model control parameters

- 1) Type of Environment Effect: Select how the environment level affects the model parameters **r** and **K**. Select NONE (no effect), MULT (Multiplicative effect) or EXP (Exponential effect);
- 2) Environment Effect on **r**: Set to YES if the environment is assumed to affect the growth capacity of the stock (**r**);

- 3) Environment Effect on K: Set to YES if the environment is assumed to affect the maximum (virgin) stock Biomass (K);
- 4) Reference Biomass: Specifies whether the Biomass natural growth rate is assumed to depend on Biomass at the start of the year or at mid-year;
- 5) Parameter set: Specify which set of parameters to use for estimating the Biological Reference Points. When using the option of introducing an environmental level indicator, different values of r and K are calculated for every year in the data set. In this situation, it becomes difficult to choose which is the best value of the parameters to use in the calculation of the overall reference points. The best option will depend on the situation at hand. Three options are available: Fixed- Use the overall r and K parameters estimated by the model fitting; Average – Use the average of the year-specific r and K calculated for the series of years; Precautionary – Use the smallest of the two previous sets. It should be noted that all these sets will be equal if there is no Environment Effect;
- 6) Quality of catch information for the last years. Set to Good, if these data are reliable, or Poor otherwise. This parameter will influence the estimation of the abundance on the last year of data. If the catch data during the last years is considered good, the abundance on this last year is that calculated by the Schaefer model; However, if the quality of the total catch data in the last few years is poor, this will affect strongly the reliability of the Biomass estimates from the model. In this case, it is better to calculate the Biomass using the Abundance Index for last year and the overall coefficient of proportionality q , as $B=U/q$;
- 7) q estimation: Set to Fixed if the coefficient of proportionality q should be fixed (set to the value given by the user or estimated numerically); Set to Estimate if q should be estimated linearly from the series of estimated abundances and abundance indices;

The settings in this section should be set exactly to the same values/options used when fitting the model to the historical data. This way, the historical part of the fitted model will reproduce exactly the fitting procedure, and the projection will reflect the average conditions observed during the period used to fit the model.

iv) Projection control

To run the projection simulation, it is necessary to define the main aspects of this simulation,









Projection Control		
NumYearsProj	15	 
Time Step	1	
ProjectionType	Effort	
ProjectionFixedValues	FALSE	
NumYearsReferencePeriod	1	 
ConstantProjRel	88%	 

Figure 9. Spreadsheet section used to control the options for the projections

The settings in this section define the options available for running the projections.

- 1) Number of years to project: This option simply defines the number of years (from the year immediately after the last year in the historical data series) to use for the projection;
- 2) Projection type: Set to Effort if it is intended to simulate a management strategy based on limitation of fishing mortality (effort); Set to Catch if the projection is based on a TAC-based management strategy;
- 3) Use Fixed Values: Set to TRUE if fixed Catch or Fishing Mortality values (in percentage of current values) are given for each year of the projection; Set to FALSE if a constant TAC or Fishing Mortality (both given as a percentage of the corresponding average value in the reference period) is used instead;
- 4) Number of Years in Reference Period: Number of years (in the end of the data series) to use as the Reference Period for the calculations of the relative changes in Catch or Fishing Mortality;
- 5) Constant value (in % of the values in the reference period) of the values of Catch or Fishing Mortality (depending on the projection type chosen) for the projection, if a Constant TAC or Fishing Mortality is chosen for the projection;

a) Output

The model outputs the projections of stock abundance and total catch for all years in the period covered by the projections.

In all cases, these are presented as values relative to the reference points adopted ($B_{0.1}$ and MSY). The main tools offered to analyse these projections are the plots in sheets “Abundance” (Figure 10) and “Catches” (Figure 11). In both of these, the current year, and thus the separation between the historical and the projected periods is indicated by a vertical line, allowing a better visualisation of the two periods that must be interpreted separately.

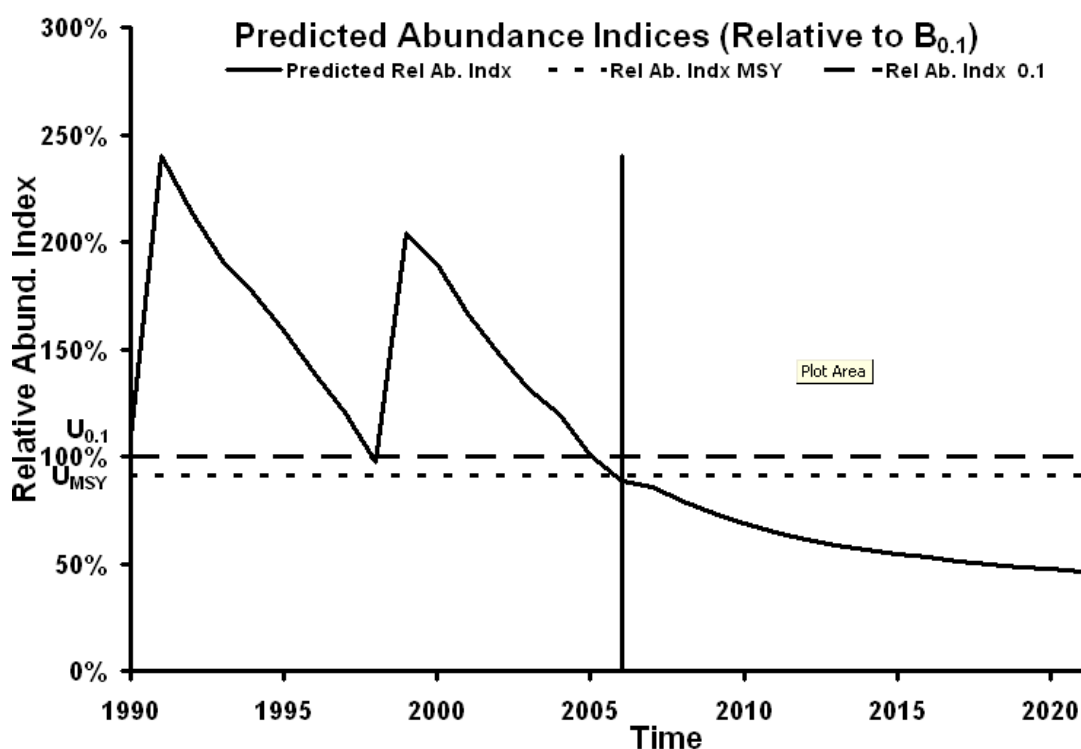


Figure 10. Spreadsheet Plot of the trends in observed and projected Abundance Indices (Relative to $U_{0.1}$)

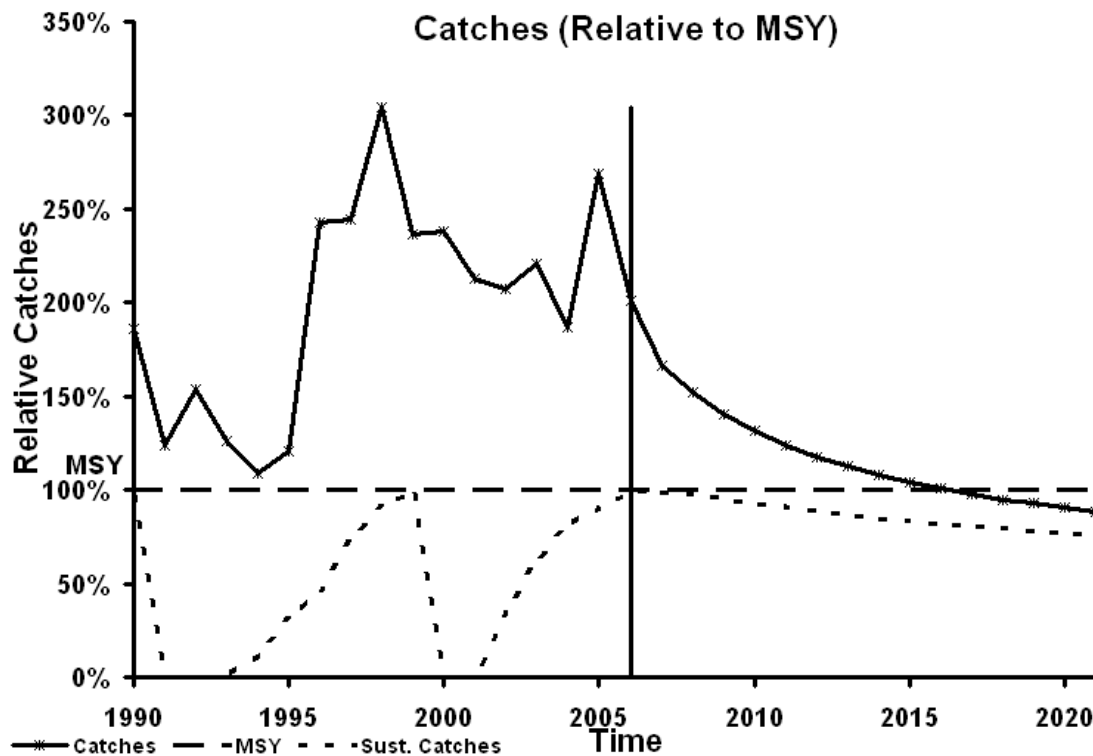


Figure 11. Spreadsheet Plot of the trends in observed and projected catches (Relative to MSY)

6) Editing the WorkBook

With the exception of the cells shown in green on sheet “Input”, it is assumed that the user will not need to edit any part of the workbook. Therefore, most of the sheets are protected, to avoid accidentally modifying the formulas or the structure of the workbook. However, if any user wants to modify any sheet, it is enough to select “Unprotect sheet” from the menu item “Protection” (Figure 12). Users are urged to make a copy of the workbook before doing this, however, as they might accidentally modify the formulas or the structure of the workbook.

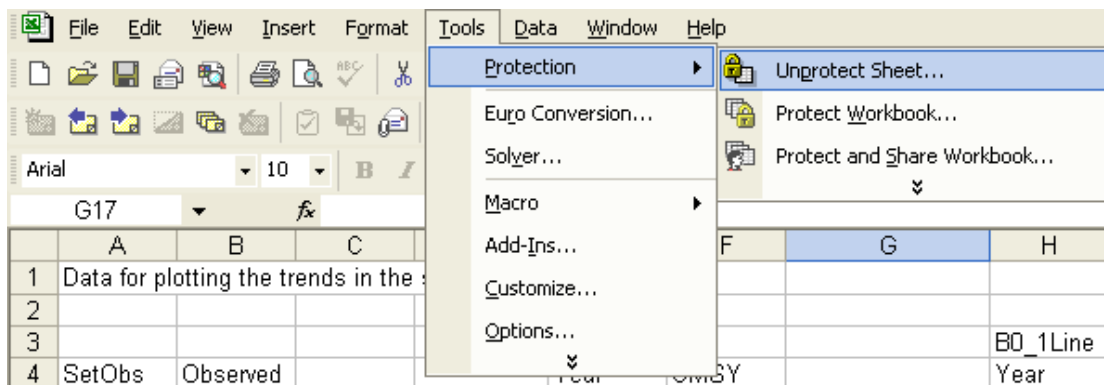


Figure 12. Procedure for unprotecting the worksheet “DataPlots”

7) Interpretation of results

The interpretation of the projection results should be done with caution. As mentioned in the introduction, projections are not forecasts, and should not be used as such.

REFERENCES

- Hilborn, R. & Walters, C.J.** 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment. Chapman and Hall, New York. 570 p.
- Hoggarth, D.D., Abeyasekera, S., Arthur, R.I., Beddington, J.R., Burn, R.W., Halls, A.S., Kirkwood, G.P., McAllister, M., Medley, P., Mees, C.C., Parkes, G.B., Pilling, G.M., Wakeford, R.C. & Welcomme, R.L.** 2006. Stock assessment for fishery management. A framework guide to the stock assessment tools of the Fisheries Management Science Programme. FAO Fisheries Technical Paper. No. 487. Rome, Italy. 261p. Includes a CD-ROM.

APPENDIX/ANNEXE III

Estimation biomasses of *Sardiella aurita*, *Sardinella maderensis* and *Trachurus trecae*, in Senegal-Gambia, November-December 2009

- 1) Correlation test between the biomass in SeneGambia and the biomass north of St. Louis: Pearson Coefficient.

Species	Coeff.Pearson	tr	$tr_{\mu}(\alpha=5\%)$	$tr_{\mu}(\alpha=1\%)$
<i>Sardinella aurita</i>	-0.007	0.024	0.576	0.708
<i>Sardinella maderensis</i>	-0.197	0.698	0.576	0.708
<i>Trachurus trecae</i>	-0.360	1.335	0.576	0.708

- 2) Considering 3 other factors in the biomass estimation in SeneGambia (B):

- Environnemental factor:
 - Upwelling index in SeneGambia in the winter seasons of the period 1995-2009 (UP)
- Annual Catch in SeneGambia during 1995-2009 (C)
- Biomass north of St Louis (Morocco+Mauritania) (Bnorth)

- 3) Processing by statistical tools:

- $B = \text{model}(B_{\text{north}}, UP, C)$
- Model = Multiple regression with data 1995 to 2008

- 4) Conclude the biomass of target species:

Applying the model to the Upwelling (UP) and Catch (C) of 2009.

The tenth meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Banjul, the Gambia, from 18 to 22 May 2010. The overall objective of the Working Group is to assess the state of the small pelagic resources in northwest Africa and make recommendations on fisheries management and exploitation options aimed at ensuring optimal and sustainable use of small pelagic fish resources for the benefit of coastal countries. The Group assessed the status of the small pelagic resources in northwest Africa and made projections on the development of the stocks and on future effort and catch levels. The advice for the stocks is given in relation to the agreed reference points $F_{0.1}$, F_{MSY} , $B_{0.1}$ and B_{MSY} and on the basis of the projections for the next five years. Total catch of small pelagic fish for the period 1990 to 2009 has been fluctuating with an average of around 1.7 million tonnes. Although important changes were observed in the abundance and exploitation level for some of the stocks, the overall general situation with respect to the state of the different stocks was found to be similar to that of 2009, with the exception of the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), which this year (2010) was considered overexploited. The Cunene horse mackerel (*T. trecae*) remains overexploited, and the Small Pelagic Working Group recommends a decrease in catch and effort on the horse mackerels to ensure sustainable harvesting of this stock. With the exception of sardine (*Sardina pilchardus*) in Zone C, the other small pelagic fish stocks in the region are considered to be fully or overexploited. The catches of round sardinella (*Sardinella aurita*) are high for the last three years, probably associated with a good recruitment of year class 2005. The estimated abundance index for 2009 was also high. However, given the uncertainties associated with the last year's abundance indices, the lack of evidence of another good year class since 2005 and the high observed catches in recent years which exceed what the stock can sustain in the long run, the Working Group continues to be concerned about this stock and still considers it as overexploited. The Working Group reiterates its recommendation to reduce effort on this species and to respect the previously recommended catch levels. Chub mackerel (*Scomber japonicus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and bonga (*Ethmalosa fimbriata*) were also found to be fully exploited. For the two latter species, the Working Group noted that, although the information available to the Group has improved, some deficiencies still remain.

La dixième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est réunie à Banjul, la Gambie, du 18 au 22 mai 2010. L'objectif général du Groupe de travail est d'évaluer l'état des ressources en petits pélagiques en Afrique nord-occidentale et d'établir des recommandations relatives à la gestion des pêches et aux options d'exploitation afin d'assurer la meilleure utilisation durable de ces ressources pour le plus grand bénéfice des pays côtiers. Le Groupe a examiné l'état actuel des ressources de petits pélagiques en Afrique nord-occidentale et fait des projections sur le développement, l'effort et les niveaux de capture futurs des stocks. Des conseils concernant l'état des stocks sont donnés par rapport aux points de référence convenus $F_{0.1}$, F_{MSY} , $B_{0.1}$ et B_{MSY} et sur la base des projections pour les cinq prochaines années. La capture totale de petits pélagiques au cours de la période 1990–2009 a fluctué avec une moyenne d'environ 1,7 million de tonnes. Même si on a pu observer d'importants changements dans les niveaux d'abondance et d'exploitation de certains stocks, la situation générale a été jugée dans l'ensemble identique à celle de l'an passé, exception faite pour le stock du chinchard d'Europe (*Trachurus trachurus*) qui a été considéré surexploité cette année (2010). Le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*) demeure surexploité et le Groupe de travail sur les petits pélagiques recommande de réduire les captures et l'effort sur les chinchards de façon à garantir une pêche durable de ces stocks. À l'exception de la sardine (*Sardina pilchardus*) dans la zone C, les autres stocks de petits pélagiques dans la région sont pleinement exploités ou surexploités. Les captures de sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) sont élevées ces trois dernières années, probablement en raison d'un bon recrutement en 2005. L'indice d'abondance estimé en 2009 est également élevé. Cependant, en raison des incertitudes au sujet des indices d'abondance de la dernière année, de l'absence de preuves d'une autre bonne classe d'âge depuis 2005 et des captures élevées des dernières années qui dépassent ce que le stock peut soutenir sur le long terme, le Groupe de travail continue d'être préoccupé par ce stock dans la région et le considère toujours comme surexploité. Le maquereau (*Scomber japonicus*), l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) et l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) sont également considérés comme pleinement exploités et le Groupe de travail a remarqué que même si l'information disponible à leur sujet s'est améliorée, des manques perdurent.

ISBN 978-92-5-006883-1 ISSN 2070-6987



9 789250 068831

I2236BI/1/05.11